UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

11°

ENCUENTRO DE JÓVENES
INVESTIGADORAS E INVESTIGADORES
DEL ESTADO DE QUERÉTARO

"Ideas jóvenes para impulsar el crecimiento del país"

MEMORIA
NOVIEMBRE 2023

Universidad Autónoma de Querétaro
Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Rectora

Dr. Javier Ávila Morales
Secretario Académico
Lic. Verónica Núñez Perusquía
Directora de atención a la comunidad universitaria
Mtro. Luis Alberto Fernández García
Secretario Particular de la Rectoría
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Secretaria de Investigación, Innovación y Posgrado
Dra. Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes
Directora de Investigación
Mtra. Karina Villarauz Camargo
Coordinadora de Difusión y Enlace

L.A.V. Hugo Ornelas Jiménez
Laura Pilar Wendolyn Vázquez Jasso
Diseño

Mtra. Karina Villarauz Camargo
Laura Pilar Wendolyn Vázquez Jasso
Comité editorial

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Dra. Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes
Comité organizador

Publicación especial No.11 de la Dirección de Investigación, Universidad Autónoma de Querétaro Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n Código Postal 76010, Querétaro, Qro., México

Hecho en México

PRESENTACIÓN

La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), tiene el compromiso de formar estudiantes con habilidades que les permitan consolidar su formación como futuros profesionistas. El personal directivo, docente, investigadoras e investigadores de las distintas instituciones de educación superior del Estado de Querétaro, incentivan la formación y desarrollo de conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes en los jóvenes que les permitan aplicar, difundir y divulgar el conocimiento en su transitar por la universidad.

El foro académico denominado **"Encuentro de Jóvenes Investigadores e Investigadoras del Estado de Querétaro"**, se crea para coadyuvar en la formación en y para la investigación. Es así que, los proyectos que desarrollan estudiantes de licenciatura y posgrado durante estancias de verano o como proyectos de investigación o tesis, son expuestos ante un comité científico especializado en el tema y al público en general, lo cual genera un espacio de difusión propicio para estimular la vocación científica, la innovación y la divulgación del conocimiento.

El 11º Encuentro de Jóvenes Investigadores e Investigadoras del Estado de Querétaro contó con la asistencia y **participación de 105 ponentes, pertenecientes a siete diferentes instituciones de Querétaro,** que a continuación se mencionan: **Instituto Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, Universidad Tecnológica de Querétaro, Universidad Tecnológica de San Juan del Río, UNAM, Juriquilla, Arkansas State University, Instituto Mexicano del Seguro Social y Universidad Autónoma de Querétaro;**, así como **59 investigadores e investigadoras que integraron el Comité Científico (25) y al Jurado (34) y quienes se encargaron de evaluar los trabajos escritos y las presentaciones orales.** Los ganadores de las diferentes áreas del conocimiento fueron aquellos que obtuvieron la calificación más alta tanto en el trabajo in extenso como en la presentación oral. Todos los trabajos expuestos se encuentran en la presente memoria, la cual, respeta el estilo y redacción de las y los participantes.

Con este tipo de acciones se reafirma el compromiso social que tiene nuestra institución para generar espacios que fortalezcan la formación de investigadores, punto clave para el desarrollo científico y tecnológico que requiere nuestro país.

"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR"

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

AGRADECIMIENTOS

COMITÉ CIENCTÍFICO

Dr. Aldo Amaro Reyes	Facultad de Química, UAQ.
Dr. Héctor Paul Reyes Pool	Facultad de Ingeniería, UAQ.
Dr. Héctor Raymundo Vera Ávila	Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.
Dr. José Gabriel Ríos Moreno	Facultad de Ingeniería, UAQ.
Dr. José Marcos Zea Pérez	Ingeniería Mecatrónica, UPQ.
Dr. Mario Trejo Perea	Facultad de Ingeniería, UAQ.
Dr. Ricardo Francisco Mercado Curiel	Facultad de Medicina, UAQ.
Dr. Rodrigo Hernández Alvarado	Ingeniería en Tecnología Automotriz. UPQ.
Dra. Adela Becerra Chávez	Ciencias Básicas, UPQ.
Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez	Facultad de Ingeniería, UAQ.
Dra. Cintli Carolina Carbajal Valenzuela	Facultad de Psicología y Educación, UAQ.
Dra. Ester Bautista Botello	Facultad de Lenguas y Letras, UAQ.
Dra. Guadalupe Soledad López Álvarez	Facultad de Medicina, UAQ.
Dra. Haydé Azeneth Vergara Castañeda	Facultad de Medicina, UAQ.
Dra. Lydia Gabriela Ortega Bucio	Ingeniería Mecatrónica. UPQ.
Dra. María Carlota García Gutiérrez	Facultad de Medicina, UAQ.
Dra. María Leticia Ávila Ramírez	Facultad de Medicina, UAQ.
Dra. Mónica Sanaphre Villanueva	Facultad de Lenguas y letras UAQ.
Dra. Rosa Martha Pérez Serrano	Facultad de Medicina, UAQ.
Dra. Rosario Barba González	Facultad de Artes, UAQ.
Dra. Tércia Cesária Réis de Souza	Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.
Dra. Vanessa Muriel Amezcua	Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UAQ.
M. en A. Elsa Cristina Navarrete Ochoa	Facultad de Artes, UAQ.
M.en C. Alicia Prieto Uscanga	Instituto Tecnológico de Querétaro.
Dr. Gabriel Corral Velázquez	Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UAQ.
Dr. Carlos Martín Cortés Romero	Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.
Dra. Bárbara Paola González García	Arkansas State University, Campus Querétaro, México.

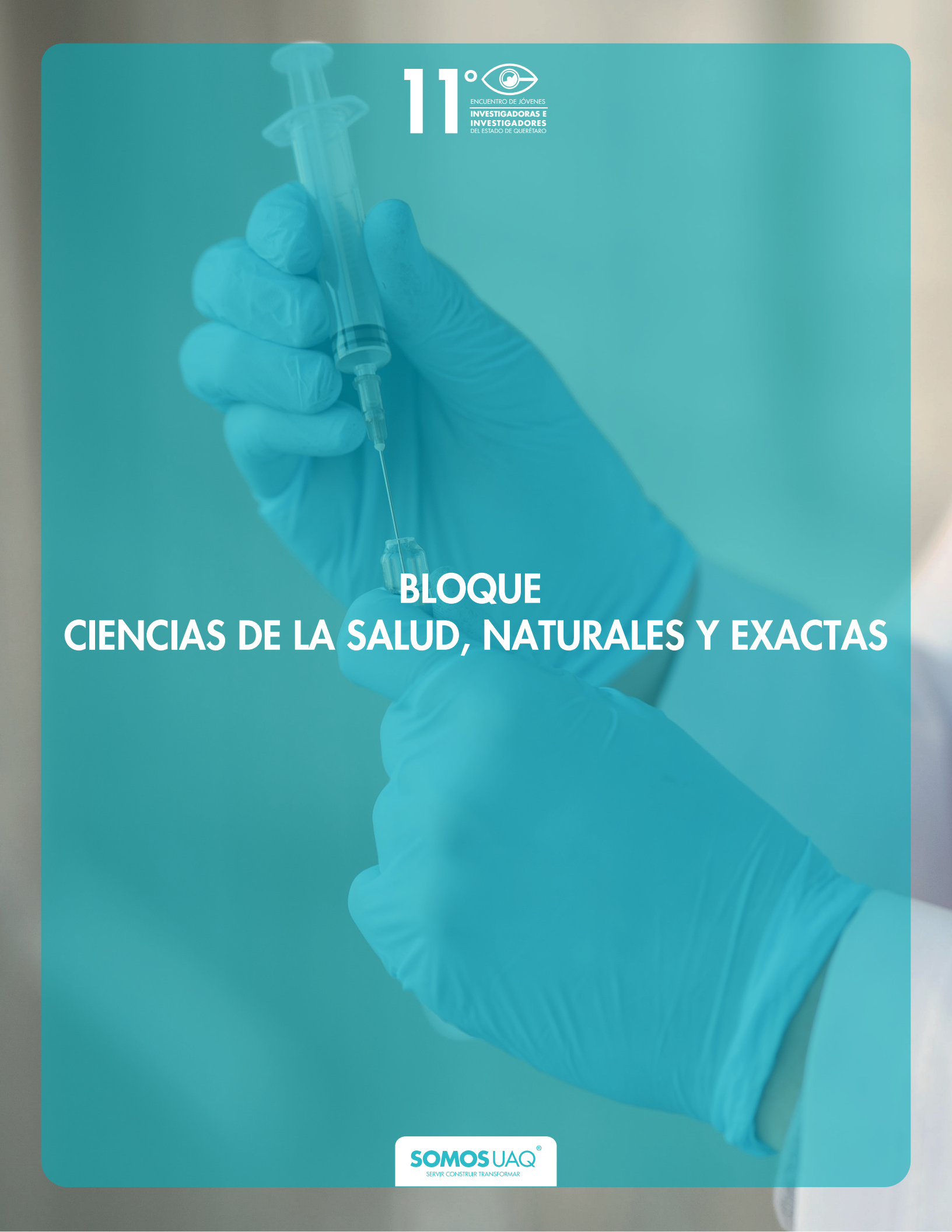
Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal	Facultad de Contaduría y Administración, UAQ.
Dr. Juan Manuel Vera Morales	Facultad de Ingeniería Campus Amealco, UAQ.
Dr. Leonardo Senén Cabello Álvarez	Facultad de Derecho, UAQ.
Dr. Josué Castro Puga	Facultad de Derecho, UAQ.
Dr. German Ceballos Gutiérrez	Facultad de Lenguas y Letras, UAQ.
Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez	Facultad de Medicina, UAQ.
Dr. Roberto Esquivel García	Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.
Dr. Aarón Kuri García	Facultad de Filosofía, UAQ.
Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón	Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.
Dra. María de los Ángeles Cuan Hernández	Facultad de Ingeniería, UAQ.
Dra. Azucena de la concepción Ochoa Cervantes	Facultad de Psicología y Educación, UAQ.
M. en C. Margarita Prieto Uscanga	Instituto Tecnológico de Querétaro.
M.C. Ma. Teresa López Ostria	Instituto Tecnológico de Querétaro.
Dr. Guillermo Hernández González	Facultad de Psicología y Educación, UAQ.
Dra. Gloria Gutiérrez Silero	Facultad de Medicina UAQ.
Dr. Carlos Saldaña Gutiérrez	Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña	Facultad de Química, UAQ.

STAFF DE APOYO

Secretaría de Investigación y Posgrado

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Dra. Azucena de Concepción Ochoa Cervantes
Dr. Alberto de Jesús Pastrana Palma
Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero
M. en C. María Aurora Martínez Álvarez
M. en C. Rosa María Lujan Rico
M. en C. Karina Colín Yáñez
M. en GIC. Karina Villarauz Camargo
L. en I. María Verónica Muñoz Velázquez
Lic. Verónica Vargas Correa
Lic. Ma. Adriana Reséndiz Jiménez
Lic. Silvia Susana Almeida González
Lic. María Alejandra Gómez Rodríguez
Lic. Diana Angélica Benítez Pulido
Lic. Alicia Díaz Munguía
Lic. Verónica Deyanira Padilla Picazo
C. Rocío Martínez Guardiola
C. Karla Yanet García Rodríguez
C. Verónica Wendoline Domínguez Vargas
C. Laura Pilar Wendolyn Vázquez Jasso

11° ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORAS E INVESTIGADORES DEL ESTADO DE QUERÉTARO



BLOQUE
CIENCIAS DE LA SALUD, NATURALES Y EXACTAS

SOMOS UAQ®
SERVIR CONSTRUIR TRANSFORMAR

ÍNDICE

CIENCIAS DE LA SALUD, NATURALES Y EXACTAS

Villaseñor-Barrera Salvador, González-Santos Rosalinda, Hernández-Sandoval Luis y Quiróz Sodi Marcela.	Caracterización morfológica de semillas de Agave del semidesierto queretano
Zamora Prieto Ximena, Quintana Calderón Luis Elías, Trejo Pimentel Bruno Aarón, Miguelena Bada Javier Gerardo.	Efectos de la Urbanización sobre las Hormigas en un Paisaje Árido de Querétaro
Brenda Olivia Sánchez-Ledesma, Roberto Carlos Álvarez-Martínez.	Análisis Espacial de Herbivoría: Estrategias para el Control Biológico
María José Monroy Ramírez, C. Odette Flores Pérez, Ángel R. Flores Sosa, Diana López Fitz, Isidro Reséndiz López, Alejandro Núñez Vilchis, Areli Rodríguez Ontiveros, Moustapha Bah y Eloy Rodríguez de León.	Análisis del contenido y extracción de naringina de la cáscara de toronja en tres variedades cultivadas en México
Wendy Leilani Reséndiz Trejo, Teresa Ayala Ayala y Irma Lucía Vera Estrada, Luis Arturo Godínez Mora-Tovar.	Fotoánodos para degradación de contaminantes recalcitrantes del agua
Torres Fernández, Gabriela Montserrat y Álvarez Martínez Roberto Carlos	Biomarcadores taxonómicos de la microbiota intestinal en la depresión
De la Fuente Ortega José Ángel, Reyes Valderrama Mariana, Noriega Jiménez Edith, Olivares Moreno Leticia lizzet, Rodríguez Sánchez Erendira Guadalupe, Cuellar Nuñez Mardey Liceth, Rodríguez González Sarahi, Pérez Serrano Rosa Martha, Zaldívar Lelo de Larrea Guadalupe	Medición de IL-18 como biomarcador diagnóstico de enfermedad renal subclínica en adultos jóvenes.
Méndez Cruz, Bruno Eduardo, Cantero Barroso, Dainelys, Gutiérrez Silerio, Gloria Yarelys, García Solís, Pablo	Efecto del ácido cafeico en las células de cáncer de colon Sw480.
Soria Cordova Dariel Isai y Hernández Rosas Fabiola	Síntesis, caracterización y evaluación antimicrobiana de biomateriales para

	regeneración de tejido óseo a base de nanopartículas de hidroxiapatita dopada con magnesio
I.M. Espinosa-Méndez, D. Ramírez-González, T.V. Román-López, C.I. Sánchez-Moncada, X. Díaz-Téllez, C.A. Domínguez-Frausto, G. E. Guzmán-Tenorio, G. D. Robles-Rodríguez, A. Piña-Hernández, E.B. Ortiz-Tapia, O. Aldana Assad, A. Medina-Rivera, A.E. Ruiz-Contreras, M. Rentería, S. Alcauter.	Contribuciones Genéticas a la Corteza Cerebral en Población Mexicana
Christian Alejandro Gallegos Mendoza y María Cristina Ortega García.	Literatura con adolescentes hospitalizados. Intervención en contextos adversos.
Abigail del Carmen Rodríguez Mireles, Verónica Margarita Hernández Rodríguez, y Ricardo Alejandro Reyes Cervantes.	Prevalencia de Síndrome de Burnout en paramédicos de Querétaro.
Claudia P. Trujillo-García, Judith V. Frías Becerril, María E. Pedroza Vargas, Arely G. Morales-Hernández y Verónica Hernández Valle.	Efectos del ejercicio Buerguer-Allen en el Personal de Enfermería.
Andrade Gómez María Andrea y Feregrino Pérez Ana Angélica.	Identificación de Metabolitos Secundarios de Interés en frijol e licitado con DAMPs.
Carmen Anistro, Roberto Álvarez y Etzel Garrido.	Factores involucrados en el ensamblaje de comunidades bacterianas.
Juárez Vallejo Fernando, Jiménez López Alba Edith, Caltzontzin Fernández Kruskaia Karenia, Landeros Jaime Fidel, Carvajal Gámez Bertha Isabel, Esquivel Naranjo Ulises y Cervantes Chávez José Antonio.	Emprendiendo el contraataque a la resistencia bacteriana de antibióticos.
Pedraza Meza Luis Miguel, Hernández-Ledesma Ana Laura, Medina-Rivera Alejandra, Martínez Domingo.	Consumo de glucocorticoides y toma de decisiones en LES
Zanella Quintanar Jorge Antonio, Huerta López Andrea Mónica, Torres Valdez Estefania, Peña Ayala Angélica Hayleen, Tinajero Nieto Lizbet, Felíx-Rodríguez Guillermo,	Lupus RGMX: Tratamiento y actividad del Lupus

Hernández Ledesma Ana Laura, Alpízar-Rodríguez Deshiré, Rivera Medina Alejandra.	
Mariana Joffre Yunes y Jorge Alberto García Martínez	Influencia del uso del teléfono celular en la prevalencia de Cervicalgia y alteraciones posturales.
Sánchez-Quezada V. y Loarca-Piña F.	Ingrediente con potencial bioactivo de semilla de aguacate
Mendoza Jiménez Daniel, Reyes Pool Héctor Paul, Abraham Juárez María del Rosario, Delgado Virgen Francisco Javier, Esquivel Naranjo Ulises, Landeros Jaime Fidel y Cervantes Chávez José Antonio.	Herramienta biológica para controlar la marchitez vascular en tomate.
Chávez Luján Alejandra, Escobar García Konisgmar, Bautista Marín Samantha E., y Ávila Parra Kevin.	Efecto de la edad, el sexo y la alimentación sobre los principales parámetros productivos y la mortalidad por síndrome ascítico en pollo de engorda.
Andrea Rosales Hernández y Oiris Yasmín Ramírez Fortanell.	Síndromes geriátricos y capacidad funcional (ABVD). Estudio descriptivo.
Dafne Velásquez Jiménez, Manuel Miranda Anaya y Rocío Campos Vega.	Resincronización circadiana con un ingrediente de subproductos de cacao.
Leticia Garrido Colín, Verónica Escorcia Reyes y Erasto Carballo Santander.	Conocimiento y actitud sobre donación y trasplante de órganos en adultos jóvenes.
Revueltas-Guillen María Fernanda, Arellanes Licea Elvira del Carmen y Miranda-Anaya Manuel.	Fotoperiodos irregulares sobre actividad e ingesta en *Neotomodon alstoni*.
Ana Itzel Montesinos Laffont Karina A. Acevedo Whitehouse.	Nutrición, sangre y pelos: ¿Qué nos dicen de la salud del Lobo Marino de California?
José Antonio Carracedo González, Fausto Arellano Carbajal y Roberto Carlos Álvarez Martínez.	La paradoja del envejecimiento en la mutante de *clk-1*.
Norma Angélica López Borques y Erasto Carballo Santander.	Creencias y barreras del CACU en el personal de salud y administrativo de una UMF.
Angélica Berenice Alvarado León; Erasto Carballo Santander y Oscar Eduardo Durán Castillo.	Asociación entre Funcionalidad Familiar Adherencia al Tratamiento en Lumbalgia Crónica.
Amanda de la Caridad Lahera Champagne, David Gustavo García-	Estrategia molecular para identificar genes de resistencia a antibióticos.

Gutiérrez, Alma Delia Bertadillo Jilote, Karla Isabel Lira de León y G. M. Nava Morales.	
Dailenys Marrero-Morfa, César Ibarra-Alvarado, Francisco J. Luna-Vázquez, Miriam Estévez, Carlos T. Quirino-Barreda y Alejandra Rojas-Molina.	Desarrollo de un sistema automicroemulsificable a partir de un extracto etanólico de raíz de *Heliopsis longipes*.
Hernández-García Yessica Rubí, Gaytán-Martínez Marcela, Luzardo-Ocampo Iván, Loarca-Piña María Guadalupe Flavia, Vázquez-Barrios María Estela y Campos Vega Rocío.	Bioaccesibilidad y efecto antiinflamatorio *in vitro* del olote y seda de maíz.
Paloma Ríos Medina y Jesica Esther Escobar Cabrera.	Efectos anticancerígenos del AG1024 con el 5-FU en células de cáncer de mama.
Vigueras Becerril, Daniela y Aguilar Medina, Juan Carlos David.	Perfil epidemiológico 2022/2023 de una clínica geriátrica en Querétaro.
Mendoza Herrera, Jaqueline, De la Cruz Delgado, Anabel, García García, Raúl, Arjona, Noé, Álvarez-Contreras, Lorena, Rebolledo Chávez, Juan Pablo, Béjar José.	Electrocatalizadores derivados de MOF´S para la producción de hidrógeno.
Muñoz Olvera, Andrea, Galván Soto, Luz Cecilia, Cuevas Cruz, Maritza, Hernández Puga, Ana Gabriela.	Efecto del bisfenol-A sobre la expresión del receptor TRα1.
Daniel Reséndiz Jaramillo, Luis Gerardo Arriaga Hurtado, Janet Ledesma García, José Roberto Lumbreras Espinoza y Ricardo Antonio Escalona Villalpando.	Membrana selectiva de iones para cuantificación potenciométrica de potasio.
Herrera-Jr., R., Luzardo-Ocampo, Rocha Guzmán, N., Manríquez-Núñez J., Ramos Gómez, M., Reynoso-Camacho, R.	Potencial antiobesogénico de una kombucha de orujo de uva.
Sánchez-Ortiz Laura Karen, Loarca-Piña Ma. Guadalupe Flavia.	Evaluación nutrimental y nutracéutica de panqués de avena: moringa.
Jesús Eduardo Vega Tamayo, Alejandra Rojas Molina y Ataúlfo Martínez Torres.	Clonación de una toxina proveniente del “coral de fuego” *M. alcicornis*.
Edwin J Gachuz, Alejandro García Arredondo, Fernando Lazcano-Pérez, Antonio Romo Mancillas, M. Moustapha Bah y Escobar-Cabrera J.	Fraccionamiento parcial de péptidos con actividad nociceptiva aislados de *Palythoa caribaeum*.

Escobar-Ortiz Alexandro, Peréz-Ramirez Iza Fernanda, Mora-Izaguirre Ofelia, Feregrino-Pérez Ana Angélica, Rodríguez-García Mario Enrique, Hernández Saavedra Diego, Minerva-Ramos-Gómez, Reséndiz-Nava Carolina y Reynoso Camacho Rosalía.	Prevención de disbiosis intestinal por el consumo de grillo.
Sotelo-González Ana Ma., Zubieta-Segundo Guadalupe, Sánchez-Ortega Lisset D., Anaya Loyola Aracely, Reynoso-Camacho Rosalía, Pérez-Ramírez Iza F.	Efecto de bebida enriquecida con polifenoles sobre el riesgo cardiovascular.
Perla Viridiana Ocampo Anguiano, Laura Lizeth Victoria Ruiz, Rosalía Reynoso Camacho, Andrea Margarita Olvera Ramírez, Carmen Mejía Vázquez, Minerva Ramos Gómez y Santiaga Marisela Ahumada Solórzano.	Hojas de frijol como tratamiento en la permeabilidad intestinal.
Berenice Méndez-Rojas, Katia Marisol Guerrero Nieto, Rosalva Hernández-Oviedo y Olga P. García.	Cáncer colorrectal y desnutrición, un reto para el sector salud: estudio de casos y controles.

Caracterización morfológica de semillas de *Agave* del semidesierto queretano

Villaseñor-Barrera Salvador[1], González-Santos Rosalinda[1], Hernández-Sandoval Luis[1] y Quiróz-Sodi Marcela[2]

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. [1]Campus Juriquilla, [2]Campus Camargo.

Contacto: rosalinda.gonzalez@uaq.mx

Palabras clave: Asparagaceae, especies domésticas, especies silvestres, germinación, reproducción sexual

Keywords: Asparagaceae, domestic species, wild species, germination, sexual reproduction

Resumen

Las diferentes especies de *Agave* son un recurso fitogenético base para algunas comunidades de México, debido a que son especies adaptadas a condiciones de baja precipitación y con más de 22 diferentes usos registrados. El propósito de este estudio fue comparar las semillas de diez especies del género *Agave* presentes en el semidesierto queretano, tres especies domésticas y siete especies silvestres, considerando caracteres morfológicos de la semilla: peso, distancia del borde al hilio, área y grosor. Además de determinar el porcentaje de germinación con la finalidad de conocer aspectos básicos de la estructura reproductiva para su uso y conservación. Se hizo un análisis de varianza para determinar diferencias entre las especies, un análisis de componentes principales para identificar posibles grupos y un análisis de correlación entre el peso de las semillas y su poder germinativo. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,5$) entre la distancia del borde al hilio, el área y el peso de las semillas, siendo el peso el carácter con más variación. A su vez, en el análisis de componentes principales, se identificó tres grupos de acuerdo con su grosor. Se encontraron cuatro diferentes formas de semillas, una baja correlación entre el peso de las semillas respecto a su germinación ($r=0.65$) y una germinación temprana en las especies de *Agave* domésticas. Por tanto, existen diferencias morfológicas y de su poder germinativo entre las especies domésticas, silvestres y entre *Agave striata*.

Abstract

The *Agave* species represent a phytogenetic resource for some communities in Mexico since their species are adapted to low precipitation conditions and have more than 22 different registered uses. The purpose of this study was to compare the seeds of ten species of the genus *Agave* present in the Queretaro semi-desert, including three domestic species and seven wild species, considering seed morphological characteristics: weight, distance from the edge to the hilum, area, and thickness. Additionally, the germination percentage was determined to gain insight into fundamental aspects of the reproductive structure for their use and conservation. An analysis of variance was conducted to determine differences between the species, a principal component analysis to identify possible groups, and a correlation analysis between seed weight and germination rate. Statistically significant differences ($p \leq 0.05$) were found in the distance from the edge to the hilum, area, and weight of the seeds, with weight being the most variable trait. Furthermore, in the principal component analysis, three groups were identified based on thickness: domestic species, wild species, and a distinct group for the wild specie *Agave striata*. Four different seed shapes were discovered, a low correlation between seed weight and germination rate ($r = 0.65$) was observed, and early germination was noted in domestic *Agave* species. Therefore, there are morphological differences and variations in germination rates among domestic, wild, and *Agave striata* species.

Introducción

Los mezcales, o magueyes, son un grupo de especies perennes que habitan desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica y varias islas del caribe (García-Mendoza, 2002). Todas las especies se agrupan dentro del género *Agave* (familia Asparagaceae, subfamilia Agavoideae) y se estiman 210 a nivel mundial, de las cuales 159 se encuentran en México y 129 son endémicas. Convirtiéndose en el sitio con mayor diversidad del género (García-Mendoza *et al.*, 2019).

En el caso del estado de Querétaro, la subfamilia Agavoideae está ampliamente extendida con un total de 35 taxas y 22 especies de *Agave* (Magallán-Hernández & Hernández-Sandoval, 2000). Esta región presenta géneros hermanos a *Agave* como *Polianthes* y *Manfreda* que, en estudios filogenéticos recientes (Eguiarte *et al*., 2021), forman parte de las especies de *Agave* dividiendo al género en *sensu lato* y *sensu stricto* (Jiménez-Barrón *et al*.,2020). Las especies *sensu lato* también presentan a especies de *Agave* que forman parte de la base ancestral conocida como grupo Striatae (Jiménez-Barrón *et al.,* 2020; Eguiarte *et al*., 2021). En Querétaro existe parte de estas especies ancestrales como *Agave striata*, Zucc., además de especies cuyo estado en la filogenia son desconocidas como *Agave difformis* Berger, *Agave garciae-mendozae* Galván & L. Hern, *Agave heteracantha* Beker y *Agave funkiana* K. Koch & C. D. Bouché (Magallán-Hernández & Hernández-Sandoval, 2000; Jiménez-Barrón *et al*.,2020; Eguiarte *et al*., 2021). Además de especies domésticas como *Agave americana* L., *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck y *Agave mapisaga* Trel. cuyo uso en la elaboración de alimentos, fibras, bebidas embriagantes y no embriagantes se remonta a la antigüedad (Magallán-Hernández & Hernández-Sandoval, 2000; Jiménez-Barrón *et al*.,2020; Eguiarte *et al*., 2021).

El cultivo que involucra a las especies domesticas de *Agave* suele estar dominado por la propagación asexual de las distintas variedades (Ramírez-Tobías *et al*, 2012). La reproducción por hijuelos es la preferida por los productores, pues no necesita de la inflorescencia para la dispersión y no compromete la producción de aguamiel (Arizaga & Ezcurra, 2002; Portillo & Santacruz–Ruvalcaba, 2006).

La propagación por semillas en el *Agave*, es decir la reproducción sexual, suele ser un método secundario debido a la muerte de la planta tras producir la inflorescencia (Ramírez–Tobías *et al*., 2012). Un maguey adulto puede producir miles de semillas, aunque la cantidad varía dependiendo de la especie (García-Mendoza, 2007). Las semillas son de testa negra, suaves, planas, lacrimiformes y anemócoras. Pese a la cantidad de semillas producidas, la mayoría no consiguen prosperar debido a la depredación y las condiciones ambientales que impiden su germinación o su establecimiento (Eguiarte *et al.*, 2000). El tiempo de crecimiento, la dificultad de proteger a las semillas en intemperie y la pérdida de la extracción del aguamiel son las principales razones por los que se prefiere la propagación asexual sobre la sexual, pues le permite al agricultor tener control sobre el ciclo de vida de las plantas y reducir los tiempos de producción (Arzate-Fernández *et al.*, 2016).

Desde el siglo pasado hasta nuestros días, gran parte de las especies domesticas de *Agave,* y sus variedades, son poblaciones clonales (genet) de individuos seleccionados por agricultores para la producción de algún tipo de material o insumo mediante la reproducción asexual (Colunga García-Marín *et al*., 1996). Lo anterior se refleja en los marcados síndromes de domesticación para el género como: el gigantismo, la reducción de sustancias irritantes, reducción del número de espinas, bases gruesas en las hojas, producción de vástagos en el eje floral e incremento en la producción de hijuelos en rizoma (Colunga García-Marín *et al*., 2017). Caracteres que aún se siguen seleccionando en la actualidad.

En cuanto a la reproducción sexual, se sabe que esta se practicaba por los agricultores de manera ocasional en el

pasado y que fue desplazada con el tiempo (Colunga García-Marín *et al*., 2017; Arzate-Fernández *et al*., 2016), aunque se desconoce como influyó en la modificación de las especies domésticas y si tenían criterios distintos o semejantes para la selección de los individuos como en la actualidad. Por esta razón, el estudio de las variedades y especies de *Agave* doméstico se ha centrado en los caracteres de la planta adulta, mientras que los estudios centrados en la caracterización de plántulas y semillas son escasos.

Respecto a los estudios enfocados en las semillas, estos describen y caracterizan a las especies de *Agave* domésticos desde la semilla hasta las primeras etapas de crecimiento de la plántula. En estos estudios se han integrado análisis morfométricos para hacer comparaciones entre variedades de una misma especie (Vázquez-Díaz *et al*., 2011), entre localidades (Hernández-Castro *et al*., 2021), entre dos especies diferentes (Moreno *et al*., 2023) o entre diferentes especies silvestres (Villanueva-Castillo *et al*., 2021).

Los resultados han variado en cuanto sus objetivos, pero en todos los casos se ha demostrado que el tamaño y el peso de las semillas están relacionadas de alguna manera con la viabilidad y éxito germinativo (Vázquez-Díaz *et al*., 2011; Hernández-Castro *et al*., 2021; Moreno *et al*., 2023). A su vez, estudios en especies silvestres como los de Villanueva-Castillo (2021) han detectado una variación en partes de la estructura lacrimiformes entre las distintas especies, además de detectar la posible influencia de las condiciones ambientales en la heterogeneidad de las semillas en al menos en una especie como *Agave potatorum* Zucc. No obstante, la comparación entre semillas de especies domesticas frente a especies silvestres aún no se ha explorado.

El objetivo del presente estudio fue encontrar las diferencias entre los caracteres de semillas de diferentes especies domésticas y silvestres de *Agave*, así como contrastar el éxito en la germinación en condiciones de invernadero.

Materiales y Método

Se utilizaron 35 accesiones de semillas de diez especies del género *Agave* proporcionadas por el banco de germoplasma de la Universidad Autónoma de Querétaro recolectadas a lo largo del año 2022. La distribución de especies, así como su número de accesiones, se menciona en el Cuadro 1. Debido a la diferencia entre el número de accesiones fue necesario normalizar los resultados para hacerlos comparables.

Cuadro 1. Accesiones de *Agave* y lugar de colecta utilizadas en la caracterización y pruebas de germinación.

Especie	Número accesiones	Sitio de colecta	
		Municipio	Localidades
Agave americana L.	7	Cadereyta	El Palmar
			Boyé
		Pinal de Amoles	El Madroño
			Tepozán
Agave asperrima Jacobi	3	Cadereyta	Boyecito
			El Palmar
			Vizarrón
Agave difformis A.Berge	1	Cadereyta	El Membrillo
Agave funkiana K.Koch & C.D.Bouché	5	Cadereyta	El Membrillo
			El Púlpito
		Peñamiller	Camargo
		Pinal de Amoles	Potrerillos
			Tepozán
Agave garciae-mendozae Galván & L.Hern	4	Cadereyta	Boyecito
			El Púlpito
		Pinal de Amoles	El Madroño
Agave heteracantha Beker	1	Peñamiller	Camargo
Agave mapisaga Trel	1	Pinal de Amoles	Maguey verde
Agave mitis Salm-Dyck	1	Pinal de Amoles	Tepozán
Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck	10	Cadereyta	Boyé
			Boyecito
			El Palmar
			La Lagunilla
			Vizarrón
		Peñamiller	Camargo

Agave striata Zucc	2	Cadereyta	Vizarrón

De las diez especies solo *A. salmiana*, *A. americana* y *A. mapisaga* son domésticas y presentan rasgos evidentes del síndrome de domesticación como: el gigantismo, la reducción del número de espinas por hoja, bases gruesas de las hojas y el incremento en la producción de hijuelos en rizoma. El resto son especies silvestres o con uso incipiente como productoras de fibras, bebidas o alimento como se muestra en el Cuadro 2. Cabe resaltar que *Agave mitis* Salm-Dyck es la única especie que no corresponde a la región del semidesierto queretano, pero cuya inclusión fue necesaria como contraste.

Cuadro 2. Usos para las diez especies de *Agave* y su estado como especie doméstica.

Especie	Alimento	Aguamiel y bebidas fermentadas	Bebidas destiladas	Fibra	Domésticas
Agave americana	x	x	x	x	x
Agave asperrima		x	x	x	
Agave difformis				x	
Agave funkiana				x	
Agave garciae-mendozae				x	
Agave heteracantha.	x				
Agave mapisaga	x	x	x	x	x
Agave mitis	x			x	
Agave salmiana	x	x	x	x	x
Agave striata		x		x	

Adaptado de Colunga García-Marín *et al*., 2017.

Caracterización de semillas

En total se caracterizaron 700 semillas distribuidas en 20 semillas por accesión (Cuadro 1). Se midieron los siguientes caracteres: área de la semilla (cm^2), la distancia de la hendidura del hilio al borde opuesto (DHO) (cm), el grosor de las semillas (mm) y el tipo de forma (Figura 1).

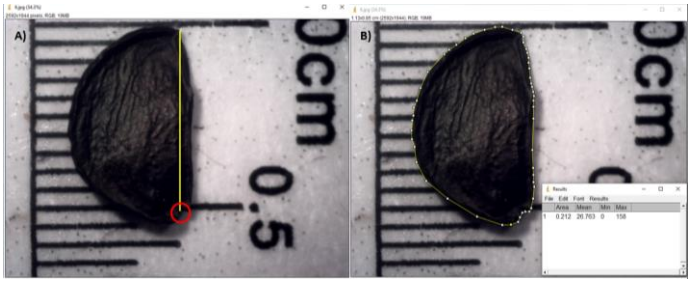


Figura 1. A) Calculo de la distancia del hilio al borde opuesto (DHO), donde el círculo rojo representa la hendidura del hilio que se encuentra presente en todas las semillas de *Agave*. B) Cálculo del área total de la semilla.

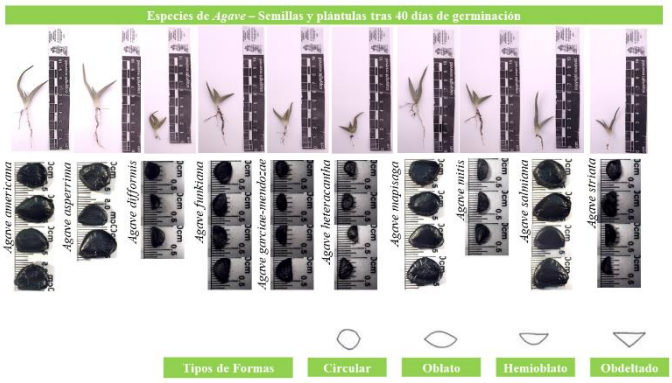


Figura 2. Cuatro tipos de formas de semilla: Comparación de semillas de las especies de *Agave*, la mayoría presentan los cuatro tipos de formas, pero algunas solo tres. A su vez, los dibujos inferiores son una guía para distinguir la forma. Fuente: Elaboración propia.

Otro carácter considerado en este estudio es la forma de la semilla. En la literatura se ha definido a las semillas de las especies de *Agave* como lacrimiformes por su semejanza a una gota (Gentry, 1982; Vázquez-Díaz *et al*., 2011; Villanueva-Castillo *et al*., 2021). No obstante, cuando se observa la semilla, en especial aquellas que provienen de especies silvestres, la forma de dicha lágrima no es la misma; se puede considerar que oscilan entre una forma circular, pasando por una media luna, hasta llegar a la forma lacrimiformes. Para este estudio, se evaluó cuatro posibles formas para las semillas (Figura 2) y se utilizó una descripción de contorno esferoide (oblato) que representa una transición geométrica aparente entre los tipos de forma. Además, se pesaron 100 semillas de cada accesión con la finalidad

de tener una muestra representativa y robusta del valor de n.

Prueba de germinación

Se llevó a cabo en 100 semillas por accesión las cuales fueron sembradas el 05 de agosto del 2023 sin ningún tratamiento previo a su cultivo, en bandejas de germinación y con un sustrato conformado por 60% tierra y 40% de arenilla. Las pruebas se hicieron en un invernadero con malla al 70% a temperatura ambiente en el Campus Juriquilla de la UAQ ubicado a una altitud de 1,893 m.s.n.m. Se registró la germinación de las plántulas cada cinco días y anormalidades en el crecimiento de las plántulas tras la germinación.

También se midió la temperatura y la humedad a las 15:00 p.m. cuando suele alcanzarse la temperatura máxima en el día dentro de las instalaciones. En general, la temperatura alcanzó el promedio de 31.175ºC con un coeficiente de variación (Cv) 8.64% y un porcentaje de humedad del 33.33 (Cv: 28.29%).

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se estandarizaron para después aplicar un análisis de varianza, posteriormente, se hizo una prueba de medias de Tukey para identificar qué grupos específicos diferían entre sí. Se continuo con un análisis de correlación de Pearson entre caracteres, para después hacer un análisis de componentes principales de la semilla incluyendo: DHO, área, grosor y peso.

Por último, para la prueba de germinación, se hizo un análisis de correlación de Spearman entre el peso de las semillas y el número de semillas germinadas.

Previo a los análisis, primero fue necesario la normalización de los datos. Para ello se hizo una normalización mediante el proceso de Z-score usando la siguiente formula:

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Donde x´ es el valor estandarizado, x el valor original, μ la media muestral y σ la desviación estándar muestral.

En todos los análisis estadísticos se utilizó el software R 4.1.0 y para la determinación del área y DHO se empleó el programa de edición Image J.

Resultados

Caracterización morfológica de semillas

De acuerdo con los datos obtenidos de la caracterización morfológica se observa que las especies domesticadas que corresponden a *A. americana, A. mapisaga* y *A. salmiana* y la especie silvestre *Agave asperrima* Jacobi presentaron una DHO, área y peso estadísticamente diferente a las silvestres. En grosor no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio y porcentaje de coeficiente de variación entre paréntesis en los distintos caracteres de las semillas de diez especies de *Agave*.

Especie	Distancia (DHO)1 (mm)	Área (mm^2)	Grosor (mm)	Peso** (mg)
n*	20	20	20	100
Agave americana	7.80 (10) a	49.91 (13) a	0.671 (22) a	1,056.57 (6) a
Agave asperrima	7.43 (8) a	44.09 (20) a	0.660 (25) a	880.6 (34) a,b
Agave difformis	4.39 (9) b	12.15 (13) b	0.693 (24) a	468 (30) b,c,d,e
Agave funkiana	5.56 (11) b	19.58 (20) b	0.588 (31) a	462.4 (11) c,f
Agave garciae-mendozae	4.23 (15) b	12.01 (55) b	0.625 (29) a	251.75 (45) c
Agave heteracantha	4.33 (10) b	12.31 (16) b	0.629 (41) a	211 (42) c,g
Agave mapisaga	7.61 (6) a	43.63 (11) a	0.717 (19) a	911 (15) a,d,f,g,h
Agave mitis	4.57 (10) b	12.70 (12) b	0.563 (25) a	286 (38) b,c,h
Agave salmiana	8.01 (10) a	52.16 (19) a	0.639 (20) a	980.5 (20) a,e
Agave striata	4.23 (16) b	11.18 (30) b	0.875 (54) a	207.5 (67) c

Las letras minúsculas iguales indican diferencia estadísticas no significativa p ≥ 0.05 entre las especies de acuerdo con la prueba de Tukey. * 20 semillas por accesión **100 semillas por accesión.

Las especies con un alto coeficiente de variación son *A. striata* tanto para DHO (16%), grosor (54%) y peso (67%), mientras que *A. garciae-mendozae* para el área (55%). Las especies con el coeficiente más bajo son *A. mapisaga* con DHO (6%), área (11%) y grosor (19%); mientras que *A. americana* para el peso (6%). En general, las especies domésticas no suelen superar el umbral del 22% en todos los caracteres, a diferencia de las especies silvestres.

En el análisis de correlación de Pearson se encontraron que existe una correlación significativa entre la DHO, el área y el peso con un valor de 0.99 y 0.97

respectivamente. Mientras que con el grosor de la semilla no hay correlación estadísticamente significativa entre los caracteres (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de correlación de Pearson para caracteres morfológicos de semillas de *Agave*.

Carácter	DHO*	Área	Grosor	Peso
DHO*	1	0.99	-0.05	0.97
Área	0.99	1	-0.02	0.97
Grosor	-0.05	-0.02	1	-0.27
Peso	0.97	0.97	-0.02	1

*DHO: Distancia al borde opuesto de la semilla.

Análisis de componentes principales

En el análisis con los caracteres de peso, área, DHO y grosor de la semilla. De acuerdo con el análisis, únicamente dos componentes explican el 99% de la variación total, lo cual permitió agrupar a las diez especies en tres grupos: uno que integra las tres especies domesticadas *A. salmiana, A. mapisaga, A. americana* y una silvestre *A. asperrima* (Figura 3). El segundo grupo está conformado por la mayoría de las especies silvestres *A. mitis, A. funkiana, A. garciae-mendozae, A. heteracantha, A. difformis*. Por último, el tercer grupo compuesto únicamente por la especie silvestre *A. striata,* debido a que tiene la semilla de mayor grosor y menor área (Figura 3).

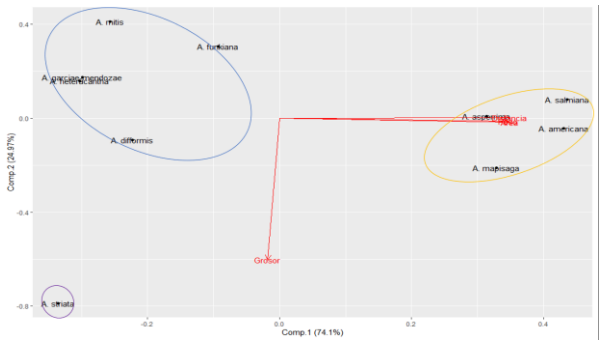


Figura 3. Análisis de componentes principales con los caracteres de distancia del hilio al borde opuesto (DHO), peso, área y grosor de la semilla de diez especies de *Agave*.

Forma de la semilla

En la forma de la semilla, siete especies presentan cuatro formas: circular, oblato, hemioblato y obdeltado, incluyendo domesticadas y silvestres. Por el contrario, tres especies presentan solo tres formas que corresponden a *A. asperrima, A. difformis* y *A. mittis.* Las formas que predominan son la hemioblatada y la obdeltada. Por ejemplo, en *A. americana, A. aspérrima, A. difformes, A. lechiguilla, A. mapisaga* y *A. salmiana* predomina la forma obdeltada. En *A. funkiana*, *A. garciae-mendozae, A. mitis* y *A. striata* la forma hemioblatada (Cuadro 5).

Cuadro 5. Incidencia y porcentaje de formas para las diferentes semillas de las especies de *Agave*.

Especie	Moda	Circular	Oblato	Hemioblato	Obdeltado
Agave americana	Obdeltado	3.57	4.2	34.28	57.85
Agave asperrima	Obdeltado	6.6	0	18.33	75.07
Agave difformis	Obdeltado	20	0	40	40
Agave funkiana	Hemioblato	4	21	51	24
Agave garciae-mendozae	Hemioblato	13.75	35	43.75	7.5
Agave heteracantha	Obdeltado	15	15	20	50
Agave mapisaga	Obdeltado	10	15	20	55
Agave mitis	Hemioblato	0	15	70	15
Agave salmiana	Obdeltado	5.5	9.5	34.5	50.5
Agave striata	Hemioblato	17.5	17.5	47.5	17.5

Prueba de germinación

Se registró el inicio de germinación a los cinco días en *A. americana*, *A. salmiana*, *A. asperrima*, *A. garciae-mendozae* y *A. funkiana*. No obstante, las especies domesticadas *A. americana* y *A. salmiana* presentaron un incremento significativo en el porcentaje de germinación a los 15 días. Las especies con menor germinación fue *A. striata* y *A. heteracantha,* aunque la germinación por accesión varió por especie y existe al menos una accesión de *A. salminana* donde únicamente germinó una semilla. El mayor porcentaje de germinación se registró para *A. americana* con 81.2%, seguido de *A. asperrima* y *A. mapisaga* con 76.6 y 75 % respectivamente, donde *A. asperrima* es la única en ser una especie silvestre. Las que presentaron menor porcentaje de germinación fueron *A. striata* y *A. heteracantha* con 3 y 8% respectivamente (Cuadro 6) ambas especies silvestres. Es importante

señalar como las especies domésticas comienzan la emergencia y alcanzan sus mayores números en los primeros quince días, especialmente *A. salminana* donde la emergencia se dio en su mayoría a los cinco días, mientras que gran parte de las especies silvestres requieren 20 días para alcanzar su mayor número de semillas germinadas. Excepciones a esto son *A. asperrima*, *A. funkiana* y *A. garciae mendozae* que desde sus primeros días ya tenían una cantidad considerable de semillas germinadas pese a ser silvestres; mientras que *A. mapisaga* alcanzo esto a los 20 días, pese a ser doméstica. También es importante resaltar 52% de éxito en la germinación de *A. mitis*, una especie que no es del semidesierto y que obtuvo mayor rendimiento que otras especies silvestres (Cuadro 6)

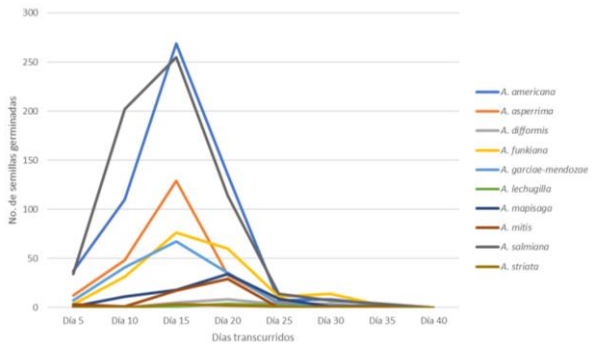


Figura 4. Comportamiento de la germinación de diez especies de *Agave*.

Además, se llevó a cabo la prueba de Spearman para determinar si existe la correlación entre el número de semillas germinadas y el peso. La prueba arrojó un valor de coeficiente de correlación de 0.65 ($p \leq 0.5$), que indica que el peso de la semilla es independiente de la germinación (Figura 5).

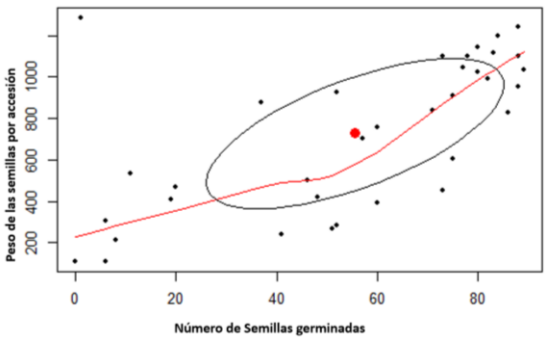


Figura 5. Análisis de correlación entre el peso y el número de semillas germinadas.

Plántulas con crecimiento anormal

Se encontraron plántulas con crecimiento invertido (es decir la raíz se desplaza rumbo a la superficie), plántulas donde la hoja creció rumbo al sustrato y plántulas con crecimiento compacto (tanto cotiledón como la primera hoja se mantienen comprimidos a nivel del sustrato) (Figura 6). Si bien, algunos ejemplares subsistieron, la mayoría de estas plántulas murió al cabo de los 15 a 25 días. En el caso de *A. difformis* y *A. heteracantha* no presentaron plántulas con crecimiento anormal. En las otras ocho especies presentaron algún tipo de crecimiento anormal (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de plántulas germinadas y la incidencia de crecimiento anormal

Especie	n	No. Semillas germinadas	Porcentaje de germinación	Crecimiento invertido	Crecimiento compacto	Crecimiento en dirección al sustrato
Agave americana	700	569	81.2	1	4	12
Agave asperrima	300	230	76.6	2	1	8
Agave difformis	100	20	20	0	0	0
Agave funkiana	500	197	39.4	0	5	9
Agave garciae-mendozae	400	158	39.5	0	6	1
Agave heteracantha	100	8	8	0	0	0
Agave mapisaga	100	75	75	0	0	2
Agave mitis	100	52	52	0	0	0
Agave salmiana	1000	630	63	2	1	21
Agave striata	200	6	3	0	2	0



Figura 6. Ejemplos de crecimiento anormal en semillas de *Agave salmiana*: A) Crecimiento invertido: la raíz no busca al sustrato y continua el crecimiento hasta la deshidratación. B) Crecimiento compacto: raíz y cotiledón se mantienen a nivel del sustrato, sin ayuda muere al no recibir luz. C) Crecimiento rumbo al sustrato: el cotiledón jamás se levanta y la hoja crece hacia el sustrato, sin ayuda la plántula no se levanta y muere al pasar el tiempo.

Discusión

Conforme a los análisis estadísticos las diez especies del estudio, hay diferencias estadísticas significativas que las separan en tres grupos. Destaca la separación de las especies domesticadas como *A. americana*, *A. salmiana* y *A. mapisaga*) más una especie silvestre *A. aspérrima*. El segundo grupo está conformado por la mayoría de las especies silvestres y un tercer grupo solo incluye a *A. striata*. Esto puede ser un efecto indirecto del síndrome de domesticación, originado por el manejo y selección del ser humano, donde la tendencia favoreció a seleccionar plantas más grandes, con mayor peso y tamaño (Colunga García Marín *et al*., 1996). No obstante, *A. asperrima* también se comporta como estas especies y, aunque no se considera una especie doméstica, posee un marcado aprovechamiento humano pues se emplea en la producción alimento, fibras y bebidas embriagantes (Colunga García-Marín *et al*., 2017). Estos resultados son indicio de *A. asperrima* como una especie con tendencia a la homogenización de sus caracteres, implicando que ya se encuentra en un proceso de domesticación.

Cabe resaltar, que *A. asperrima*, *A. americana*, *A. salmiana* y *A. mapisaga* comparten el manejo humano, pero su relación filogenética no es cercana entre sí. Salvo por *A. mapisaga*, los análisis filogenéticos de Jiménez-Barrón (2020), delimitan al género *Agave* en cinco grandes grupos: dos *sensu lato* (especies del género *Agave* y plantas de otros géneros) y tres *sensu stricto* (especies de *Agave* que forman grupos monofiléticos), además de especies del género *Agave* que no forman parte de estos cinco grandes grupos. Las especies domésticas presentes en este trabajo no parecen ser parientes cercanos entre sí. Estudios han determinado que *A. americana* se encuentra emparentada con otras especies domesticas como *A. tequilana*, *A. desmettiana*, *A. sisalana* y *A. rhodacantha* en su propio grupo monofilético; mientras que *A. salmiana* y *A. asperrima,* pese a formar parte de los agaves *sensu stricto*, son parte de las especies parafiléticas al resto los grandes grupos de la categoría *sensu stricto* (Jiménez-Barrón *et al.* 2020; Eguiarte *et al.,* 2021).

En cuanto a las especies del segundo grupo, que engloba a todas las silvestres menos *A. striata* (Figura 3), se desconoce su relación filogenética respecto a otras especies del género *Agave*.

Por último, *A. striata* cuyo grosor la separa del resto de grupos. En los estudios filogenéticos de Jiménez-Barrón *et al*. (2020) y Eguiarte *et al.* (2021) *A. striata* aparece como una especie dentro del grupo basal de los agaves (grupo Striatae) junto *A. petrophila*, *A. dasyliroides* y *A. rzedowskiana* y forma parte del grupo de los agaves *sensu lato*. Esta diferencia entre *A, striata* y el resto de las especies silvestres deriva de su propia histórica evolutiva pues *A. striata* está en una rama basal dentro del género *Agave*. La diferencia de grosor, la variación en la forma de semilla y su bajo porcentaje de germinación son indicios de una historia de vida diferente al resto de especies y estas diferencias pueden ser evidencia de ello.

En los trabajos de Moreno *et al.* (2023) y Villanueva-Castillo *et al*. (2021) se determinó una amplia variación intraespecífica e interespecífica en especies silvestres que coincide con los resultados del presente estudio. En cuanto a las especies domésticas, la variación intraespecífica no es significativa cuando solo se considera caracteres exclusivos de la semilla (Vázquez-Díaz *et al*., 2011; Hernández-Castro *et al*., 2021), similar a lo presente en este estudio.

En cuanto a la germinación, la mayoría de las especies tiene la tendencia a germinar entre los 15-20 días; aunque las especies domésticas presentan una germinación considerable entre los 5-10 días. La prueba de correlación entre el peso y el número de plántulas germinadas arrojó un valor de r = 0.65 lo que implica una relación entre el peso y el éxito de germinación similar a experimentos de Hernández-Castro *et al*. (2021) al menos en cuanto a las especies domésticas refiere, donde se presentan semillas de mayor peso y cantidad de semillas germinadas.

Es necesario resaltar como *Agave mitis*, pese a no ser una especie del semidesierto, presento un porcentaje de germinación del 52% mientras que especies como *A. difformis*, *A. funkiana*, *Agave garciae-mendozae*, *A. striata* y *A. heteracantha* presentaron rendimientos inferiores (Cuadro 6). Sí está asociación es resultado del clima no puede descartarse, debido a la diferencia en los sitios donde fueron colectadas que sabemos que influye en estos organismos (Villanueva-Castillo *et al*., 2021). En especial porque las condiciones en invernadero pueden haber contribuido a su desempeño, pues *Agave mitis* es una especie de climas templados, como Pinal de Amoles, soportando las bajas temperaturas. Por tanto, las temperaturas bajas pueden haber sido responsables de la latencia en las semillas y esto explicaría porque *A. mitis* obtuvo un desempeño superior al esperado. En el caso de las especies domésticas, estás no parece haberlas frenado en su crecimiento, salvo por *A. mapisaga* que tardo 20 días en alcanzar su pico máximo de semillas germinadas, es importante recordar que la especie con mayor rendimiento en los primeros días *A. salmiana* es conocida por soportar las bajas temperaturas, aunque también tuvo una accesión donde solo germinó una sola semilla. Esta accesión modifica drásticamente los datos y puede ser un indicio de falta de maduración o vejez. Futuras pruebas de viabilidad son necesarias para descartar esta posibilidad.

Conclusiones

Las diez especies se agruparon en tres grupos: el primero con especies domésticas, otro con especies silvestres y un tercero con una especie *Agave striata*. Las especies domesticas presentaron una mayor tamaño y peso de la semilla, germinaron principalmente entre los 15 y 20 días, y presentaron cuatro formas de semillas. Por el contrario, las especies silvestres presentaron semillas más que pequeñas que las domesticas y presentan una alta diversidad intraespecífica. Tanto las especies domesticadas y silvestres presentan cuatro diferentes formas circulares, oblato, hemioblato y obdeltado.

Agradecimientos

Por el financiamiento otorgado para el desarrollo del estudio por el proyecto PRONACES 319061 “Auge Mezcalero y deudas de extinción: investigación interdisciplinaria” del CONAHCYT, Coordinado por el Dr. Alfonso Valiente Banuet.

Bibliografía

- Arizaga, S., & Ezcurra, E. (2002). Propagation mechanisms in *Agave macroacantha* (Agavaceae), a tropical arid-land succulent rosette. *American Journal of Botany*, 89(4), 632-641.
- Arzate-Fernández, A. M., Piña-Escutia, J. L., Norman-Mondragón, T. H., Reyes-Díaz, J. I., Guevara-Suárez, K. L., & Vázquez-García, L. M. (2016). Regeneración de agave mezcalero (Agave angustifolia Haw.) a partir de embriones somáticos encapsulados. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(4), 359-366.
- Colunga García-Marín, P., Estrada-Loera, E., & May-Pat, F. (1996). Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of *Agave* in Yucatan, Mexico. *American Journal of Botany*, 83(8), 1069-1082.
- Colunga García-Marín, C., García, T., Fernández, C., Urbina, F., Toledo, C., Villarreal, Z., ... & Galván, C. (2017). Los agaves y las prácticas mesoamericanas de aprovechamiento, manejo y domesticación. En: *Domesticación en el Continente Americano* Vol. 2. 2017.

- Eguiarte, L. E., Souza, V., Silva-Montellano A. (2000). Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Botanical Sciences*, 66, 131 - 150.
- Eguiarte, L. E., Jiménez Barrón, O. A., Aguirre-Planter, E., Scheinvar, E., Gámez, N., Gasca-Pineda, J., Castellanos-Morales, G., Moreno-Letelier A. & Souza, V. (2021). Evolutionary ecology of *Agave*: distribution patterns, phylogeny, and coevolution (an homage to Howard S. Gentry). *American Journal of Botany*, 108(2), 216-235.
- García, A. V., Fernández, M. M. A., Chulim, N. G. E., Torres, E. O., Juárez, J. R., & Ramírez, A. M. (2016). El maguey pulquero, una planta multifuncional y polifacética: los usos desde una visión mestiza e indígena. *Scripta Ethnologica*, 38, 65-87.
- García-Mendoza, A. (2002). Distribution of *Agave* (Agavaceae) in México. *Cactus and Succulent Journal*, 74(4), 177-188.
- García-Mendoza, A. J. (2007). Los Agaves de México. *Ciencias*-Universidad Nacional Autónoma de México 14 (87): 14-23.
- García-Mendoza, A. J., Franco Martínez, I. S., & Sandoval Gutiérrez, D. (2019). Cuatro especies nuevas de *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México. *Acta botánica mexicana*, (126).
- Gentry, H. S. (1982). Taxonomic History and Morphology. In *Agaves of Continental North America* (pp. 25–48). University of Arizona Press. https://doi.org/10.2307/j.ctv1t4m2h4.6
- Magallán-Hernández, F., & Hernández-Sandoval, L. (2000). La familia Agavaceae en el estado de Querétaro, México. *Botanical Sciences*, (66), 103-112.
- Hernández-Castro, E., López-Sandoval, Y. Y., Escobar-Álvarez, J. L., Ramírez-Reynoso, O., Maldonado-Peralta, M. D. L. Á., & Valenzuela-Lagarda, J. L. (2021). Análisis morfométrico de semilla y desarrollo de plántulas de maguey sacatoro (*Agave angustifolia* Haw.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 8(3).
- Jiménez-Barrón, O., García-Sandoval, R., Magallón, S., García-Mendoza, A., Nieto-Sotelo, J., Aguirre-Planter, E., & Eguiarte, L. E. (2020). Phylogeny, diversification rate, and divergence time of *Agave sensu lato* (Asparagaceae), a group of recent origin in the process of diversification. *Frontiers in Plant Science*, 11, 536135.
- Moreno, J. T. H., Pineda, C. O., Castro, E. H., Nava, A. D., Guzmán, A. J. C., Campos, Z. M., Reyes, M. A. G. & Álvarez, D. V. (2023). Caracterización de semillas de *Agave* spp., por el método de ISTA. *South Florida Journal of Development*, 4(1), 438-453.
- Portillo, L., & Santacruz-Ruvalcaba, F. (2006). Factibilidad de uso de un nuevo sistema de inmersión temporal (Orbitabion®) para embriogénesis somática de *Agave tequilana* Weber cultivar azul. Bol. *Nakari*, 17(2), 43-48.
- Ramírez-Tobías, H.M., Peña-Valdivia, C.B., Aguirre R., J.R., Reyes-Agüero, J.A., Sánchez-Urdaneta, A.B. & Valle G., S. (2012). Seed germination temperatures of eight Mexican *Agave* species with economic importance. *Plant Species Biology*, 27: 124-137. https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2011.00341.x
- Vázquez-Díaz, E., García-Nava, J. R., Peña-Valdivia, C. B., Ramírez-Tobías, H. M., & Morales-Ramos, V. (2011). Tamaño de la semilla, emergencia y desarrollo de la plántula de maguey (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck). *Revista fitotecnia mexicana*, 34(3), 167-173.
- Villanueva-Castillo, D. M., Velasco-Velasco, V. A., Santos-Romero, R. B. D. L., Ruiz-Luna, J., & Rodríguez-Ortiz, G. (2021). Variación morfométrica en semillas de agaves silvestres de Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 155-162.

Efectos de la Urbanización sobre las Hormigas en un Paisaje Árido de Querétaro

Zamora Prieto Ximena[1], Quintana Calderón[2] Luis Elías, Trejo Pimentel Bruno Aaron[3], Miguelena Bada Javier Gerardo[4].

Arkansas State University, Campus Querétaro. Carretera Estatal #100, km 17.5, C.P. 76270, Colón, Querétaro, México.
[1]ximena.zamorapr@smail.astate.edu,
[2]luiselia.quintana@smail.astate.edu,
[3]bruno_99_aaron@hotmail.com,
[4]jmiguelenabada@asate.edu

Resumen — Presentamos un análisis de las comunidades de hormigas en un área rural y otra de reciente urbanización en Querétaro, México. Se realizó un muestreo de las hormigas por medio de trampas de caída (pitfall). La riqueza de especies no mostró diferencias significativas entre ambientes. En cuanto a la composición, se registraron 24 especies; 16 de ellas presentes en ambos ambientes. Seis especies fueron exclusivas del ambiente rural y dos se encontraron solamente en el ambiente urbano. La abundancia fue significativamente menor en el ambiente urbano, lo que sugiere que este hábitat es de menor calidad. Sin embargo, la diversidad de hormigas en el área urbana se mantiene, probablemente gracias a la dispersión de hormigas del área rural hacia ese ambiente.

Palabras clave — urbanización, hormigas, biodiversidad.

Abstract — We present an analysis of ant communities in a rural area and a recently urbanized area in Queretaro, Mexico. Ants were captured using pitfall traps. Species richness did not show significant differences between the environments. Regarding composition, 24 species were recorded, with 16 of them present in both environments. Six species were exclusive to the rural environment, and two were found only in the urban environment. Abundance was significantly lower in the urban environment, suggesting that it is a low-quality habitat. However, ant diversity in the urban area is likely maintained due to the dispersal of ants from the rural area to the urban environment.

Keywords — urbanization, ants, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

La urbanización afecta profundamente a las comunidades naturales. Los estudios de hormigas en zonas urbanas frecuentemente reportan cambios en las especies que componen las comunidades y ocasionalmente pérdida de diversidad (Perez & Diamond, 2019). En los ambientes urbanos, tienden a proliferar especies generalistas, exóticas e invasoras (Holway & Suarez, 2006). La mayoría de los estudios de los efectos de la urbanización consideran los efectos tardíos de este fenómeno, al realizarse décadas después de la construcción del ambiente urbano (Buczkowski & Richmond, 2012; Sanford & Manley & Murphy, 2008).

Los artrópodos (insectos, arácnidos y animales relacionados) son excelentes candidatos para estudiar los efectos de la urbanización debido a que realizan una amplia gama de servicios ecosistémicos y sirven como bioindicadores importantes del cambio ecológico (Buczkowski & Richmond, 2012). Las hormigas son un ejemplo notable de animales que se adaptan a los hábitats urbanos y suelen presentan diversidad y abundancia elevadas en estos espacios (Angilletta Jr *et. al.*, 2007). Las diferencias entre las comunidades de hormigas en ambientes urbanos y rurales

pueden usarse para elucidar los procesos ecológicos derivados de la urbanización. Nuestro objetivo principal consistió en observar los efectos de la urbanización temprana sobre la abundancia, diversidad y composición de las comunidades de hormigas en un ambiente rural. También buscamos crear un registro sobre los efectos tempranos de la urbanización en un área de Colón, Querétaro, que siente las bases para estudios de la sucesión ecológica en este sistema.

Nuestra hipótesis es que el hábitat recientemente urbanizado es de menor calidad para las hormigas como resultado de la perturbación asociada a la construcción de edificios y otras estructuras. Por ello, predecimos que las comunidades de hormigas en el ambiente urbano presentarán menor diversidad y abundancia. Dadas las diferencias estructurales y de disponibilidad de recursos entre los dos ambientes, también esperamos encontrar conjuntos diferentes de especies entre los dos.

METODOLOGÍA

A. Sistema de Estudio

El estudio se realizó en las instalaciones y los alrededores de Arkansas State University Campus Querétaro, Colón, Querétaro, México (elevación 2054 m).

El área de estudio tiene un clima semidesértico y seco, con una temperatura promedio que varía de entre 4 y 28 ºC. El ambiente rural se caracteriza por ser un matorral xerófilo y pastizal inducido afectado por la presencia de ganado por décadas. El ambiente urbanizado, de reciente creación (2017), se caracteriza por la presencia de estar rodeado de edificios, asfalto, concreto y actividad humana.

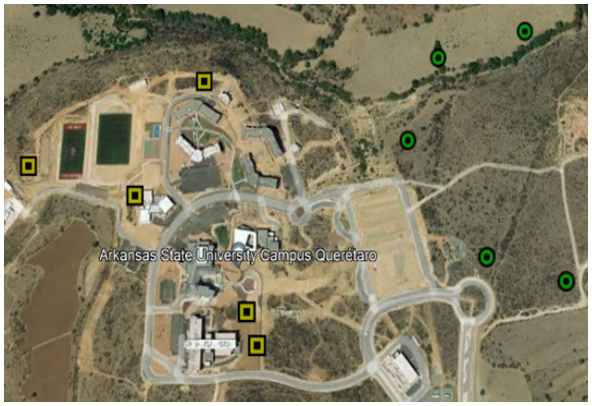


Figura 1. Sitios de colecta con cuadro amarillo fueron dentro de las instalaciones representando área urbanizada, y los sitios con círculo verde representan colecta en el área rural fuera de las instalaciones.

B. Método de Colecta

La colecta de artrópodos terrestres con trampas pitfall es una de las técnicas más utilizadas para el muestreo de poblaciones de artrópodos terrestres de la superficie del suelo debido a su eficacia y sencillez. Consisten en recipientes abiertos colocados en lugares adecuados y enterrados al nivel del suelo (Biosfera, 2021). Los artrópodos terrestres caen al interior del recipiente, el cual típicamente contiene un líquido en el que estos se ahogan.

Se utilizaron tubos de centrífuga Falcon de 50 mL con diámetro interno de 2.8 cm (Fig. 2H. Se le realizó un hoyo a cada tubo y se colocó una malla por dentro, como método de drenaje en caso de que lloviera. Se construyeron trampas de caída (pitfall) utilizando un taladro eléctrico (Fig. 2, G & B) y una cuchara (Fig. 2I) para hacer los agujeros , además de propilenglicol como líquido de captura (Fig. 2, A & D). Se usó un GPS y cinta de marcaje para localizar los sitios de cada trampa (Fig. 2F). Las trampas permanecieron en el suelo por una semana. Al recoger las trampas, se cubrieron los hoyos con cinta de sellado de tuberías (Fig. 2C) y se cerraron los tubos con sus

respectivas tapas. El proceso de trampeado se muestra en la Fig. 3.



Figura 2. Materiales usados para el trampeo. A) Contenedor de propilenglicol. B) Broca de perforación. C) Cinta de sellado de tuberías. D) Jeringa. E) Clips. F) Cinta de marcaje. G) Taladro. H) Tubo de centrífuga Falcon con ligas y palitos de madera. I) Cuchara. J) Plato desechable.

Se escogieron cinco sitios dentro del campus, representando el área urbanizada, que permitieran un conjunto de 6 trampas por ubicación, con una separación de 20 metros entre ellas en una distribución rectangular. Los sitios en el área rural se escogieron de manera que la distancia promedio entre ellos fuera similar a la que tuvieron los sitios en la zona urbanizada.



Figura 3. A) Perforación del suelo. B) Vista aérea de trampa pitfall. C) Llenado de trampas pitfall. D) Trampa pitfall completada.

C. Procesamiento

Cada tubo se filtró individualmente con una malla, para después recolectar el contenido sólido en una caja de Petri. Las hormigas se separaron del resto del contenido de las trampas y se colocaron en etanol al 70%. Posteriormente las hormigas se contaron y se separaron en especies aparentes, manteniendo un inventario independiente para cada trampa. Finalmente se montó una porción representativa de cada trampa en alfileres entomológicos (Fig. 4) y se identificaron los especímenes hasta el nivel de géneros y morfoespecies (Fig. 4A). La identificación al nivel de especies está pendiente por lo que se presenta un análisis preliminar basado en morfoespecies.

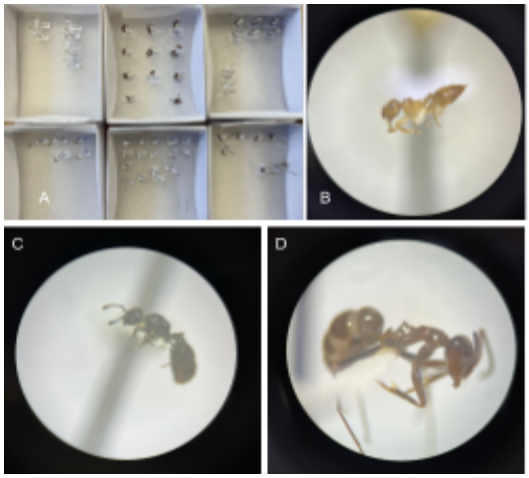


Figura 4. A) Algunos individuos montados y separados por géneros. B) *Crematogaster sp.* C) *Monomorium sp*. D) *Dorymyrmex sp*.

D. Análisis de diversidad, abundancia y composición

Para comparar la abundancia de hormigas entre los ambientes estudiados, calculamos el promedio de hormigas colectadas por trampa en cada sitio. Después, comparamos los promedios entre los ambientes rural y urbano con una prueba exacta de Wilcoxon. Esta prueba no paramétrica nos permitió comparar datos con una distribución diferente a la normal.

Comparamos el número de especies por sitio encontradas en los ambientes rural y urbanizado por medio de una prueba de *t*. Para analizar la diversidad de manera global se obtuvieron curvas de acumulación de especies generadas en la herramienta iNEXT online (INEXT Online, 2022). Estas curvas permiten estimar la riqueza de especies que se habría encontrado con un mayor esfuerzo de muestreo y calcular la cobertura de muestreo, la cual es la proporción de los individuos en la comunidad que pertenecen a las especies detectadas (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Esta es una medida del grado de completitud del listado de especies encontradas. Los intervalos de confianza de 95% de estas curvas se utilizaron para evaluar si existían diferencias significativas entre los ambientes estudiados.

El análisis de la composición de las comunidades se realizó utilizando dos índices de similitud: el índice de Sorensen que solo considera la presencia y ausencia de las especies, y el índice de Bray-Curtis que además toma en cuenta la abundancia relativa. Las matrices de similitud generadas por dichos índices se utilizaron para calcular una prueba de ANOVA multivariante por permutaciones que consideró la hipótesis de que la composición de especies entre los dos ambientes fue distinta.

Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico vegan (Oksanen *et. al*., 2017) en la plataforma R (R Core Team, 2021), a menos que se indique lo contrario.

E. Grupos funcionales

Se clasificaron las especies en grupos funcionales para permitir observar cambios en la composición de las comunidades asociados a las diferencias ecológicas entre los ambientes estudiados (Andersen, 1997; Brown, 2000). Utilizamos la clasificación de Andersen que categoriza a las especies de hormigas en base a su asociación a condiciones de perturbación, estrés climático y competencia (Andersen, 1997). De acuerdo a este esquema, los grupos funcionales más abundantes en una determinada zona indican cuales son las presiones ambientales predominantes en ella. Para comparar la proporción de los grupos funcionales encontrados en los dos ambientes, se utilizó una prueba de chi cuadrada de contingencia.

RESULTADOS

A. Generales

Se colectaron un total de 995 especímenes de hormigas. Tres de las trampas en el área rural no se pudieron recuperar ya que fueron repetidamente destruidas por el ganado en esa zona. Esto

resultó en un esfuerzo de muestreo ligeramente diferente entre los ambientes (27 vs. 30 trampas en los ambientes rural y urbano respectivamente).

B. Abundancia

En la Fig. 5 se puede observar que en el área urbanizada se colectaron significativamente menos hormigas por trampa (prueba de Wilcoxon exacta, p=0.0317). Dos sitios en el área urbanizada tuvieron particularmente pocas hormigas, con 2 y 3.7 individuos en promedio por trampa. También fueron los únicos sitios que tuvieron trampas sin ninguna hormiga.

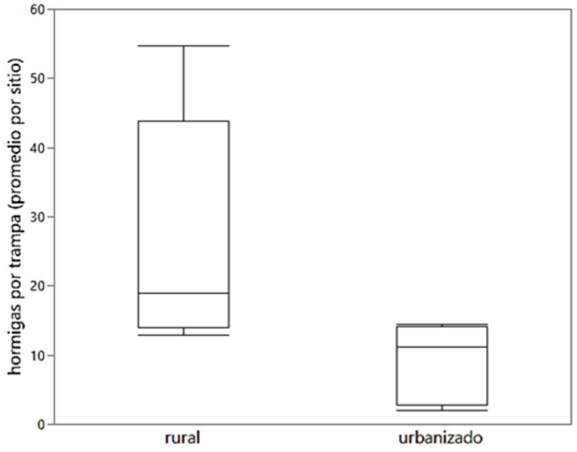


Figura 5. Diagrama de caja de la abundancia promedio de hormigas en ambientes rural y urbanizado. El ambiente rural presenta una mayor variabilidad en la cantidad de individuos por trampa.

C. Diversidad

Encontramos un total de 24 especies, pertenecientes a cuatro subfamilias (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae y Ponerinae) y 10 géneros, *Dorymyrmex* y *Pheidole* siendo los más comunes. La cobertura de muestreo abarcó cerca del 95% para ambos ambientes. En cuanto al número de especies por sitio, el ambiente rural incluyó más especies con un promedio de 11.6 especies por sitio en contraste con 8 especies por sitio en el ambiente urbano. Esta diferencia es estadísticamente significativa (prueba de *t*, gl= 8, *t*= -2.64, p= 0.03).

Sin embargo, de manera global el número de especies encontradas no fue significativamente diferente (Fig. 6). Se encontraron 19 y 22 especies en el ambiente urbanizado y el ambiente rural respectivamente.

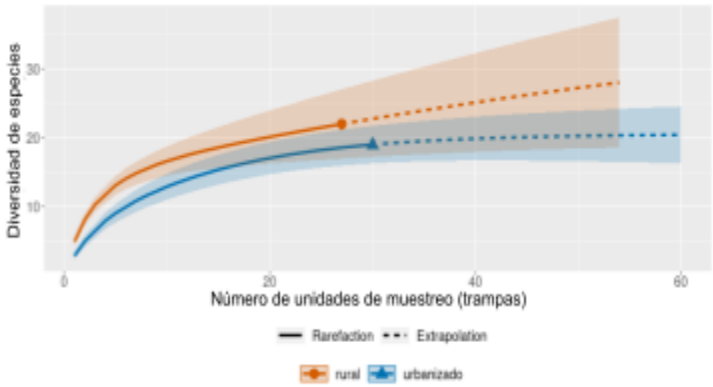


Figura 6. Gráfica de rarefacción/extrapolación para la riqueza de las especies encontradas por tipo de ambiente. El área sombreada alrededor de cada curva representa los intervalos de confianza de 95%.

D. Composición

La mayoría de las especies encontradas estuvieron presentes en ambos ambientes como se muestra en la Fig. 7. Las hormigas encontradas en ambas áreas incluyen diferentes especies del género *Pheidole*, dos especies del género *Dorymyrmex*, y el resto de los géneros constituyen *Atta*, *Forelius*, *Monomorium*, *Odontomacus*, *Pogonomyrmex*, *Solenopsis*, y *Temnothorax* (16 especies en total). En el área urbanizada se encontraron específicamente hormigas de una especie del género *Temnothorax* y la especie *Liometopum apiculatum* (2 especies en total). De igual manera, los géneros de hormigas encontrados específicamente en el área rural fueron *Cardiocondyla*, *Crematogaster*, y una especie de *Solenopsis*

y de *Pheidole* (6 especies en total). La composición de las comunidades de hormigas no fue significativamente diferente al considerar la presencia y ausencia (perMANOVA con índice de Sorensen, p= 0.14) o la abundancia relativa (perMANOVA con índice de Bray-Curtis, p= 0.31) de las especies encontradas.
Las únicas especies exóticas encontradas fueron aquellas del género Cardiocondyla, presentes solo en la zona rural.

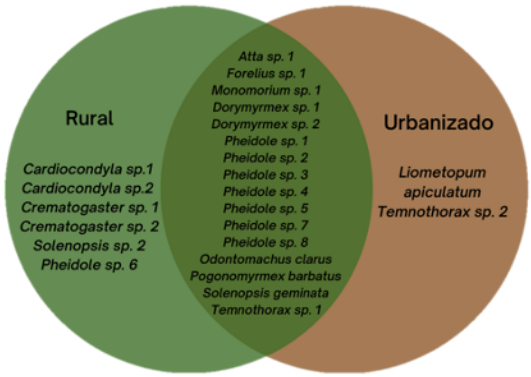


Figura 7. Diagrama de Venn de las zonas urbanizadas y rurales, mostrando la superposición de los géneros encontrados.

E. Grupos funcionales

La proporción de grupos funcionales encontrados en cada ambiente fue significativamente diferente (χ^2=26.18 , gl=6, p=0.0002), aunque las diferencias estuvieron limitadas a pocos grupos. Como se puede observar en la Fig. 8, el ambiente rural tuvo un mayor porcentaje de Dominantes dolicoderinas (30.1% vs. 17.5%) y un menor porcentaje de Especialistas de clima cálido (5% vs. 10.8%). Se encontraron proporciones similares de Oportunistas (19% urbanizado vs. 16% rural). Asimismo, se observó que las Generalistas Myrmicnas fueron el grupo funcional más abundante (39% en ambos), mientras que las Depredadoras Especializadas fueron las menos abundantes y con presencia exclusiva en el ambiente urbanizado.

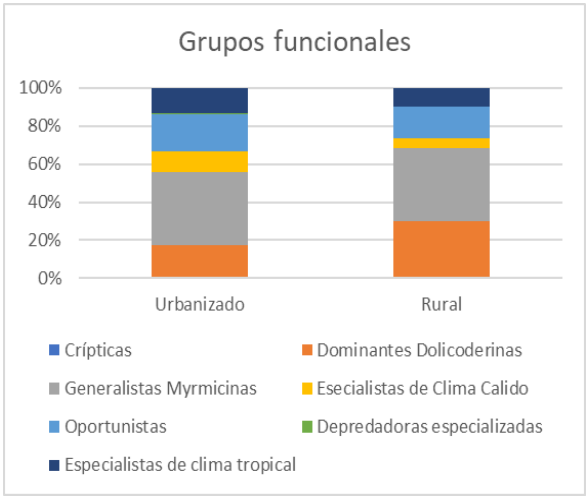


Figura 8. Gráfica de los grupos funcionales identificados en las muestras obtenidas mostrando las diferentes proporciones.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos van de acuerdo a nuestras predicciones de menor abundancia y riqueza de especies en el área urbana.

La menor abundancia de hormigas en el ambiente urbanizado sugiere que estos sitios son de menor calidad para estos organismos. Es decir que proveen menos recursos o es más difícil para las hormigas sobrevivir en ellos. Esto puede deberse a que en los sitios urbanizados la comunidad vegetal ha sido modificada, excluyendo a plantas que normalmente proveen de recursos a las hormigas, como son varios tipos de arbustos y cactáceas. La falta de cactáceas en el área urbanizada podría ser especialmente importante ya que estas frecuentemente poseen nectarios extraflorales, una fuente confiable de alimento para las hormigas (Mauseth et al., 2016). Adicionalmente, la estructura del suelo ha sido afectada por el proceso de construcción en varios de los sitios

urbanizados, resultando en un sustrato que es una mezcla de piedras grandes y suelo pobremente compactado. Dado que la mayoría de las especies de hormigas anidan en el suelo, esto probablemente afecta la capacidad de algunas especies de sobrevivir y prosperar en estas áreas.

La dinámica de metapoblaciones explicaría cómo puede mantenerse la diversidad en hábitats de baja calidad gracias a la dispersión de los organismos (Hanski, 1998). De acuerdo a este concepto, los parches de baja calidad, conocidos como sumideros, serían constantemente recolonizados por propágulos provenientes de parches cercanos de mayor calidad, llamados fuentes. Es probable que nuestros sitios urbanizados funcionen como sumideros y las áreas rurales cercanas como fuentes. Esto explicaría la similitud en la composición entre ambos ambientes, a pesar de las diferencias en abundancia. En las hormigas, este tipo de dinámica puede darse gracias a que la mayoría de las especies de hormigas son buenas dispersoras. En la mayoría de las especies, las reinas aladas se dispersan hacia nuevas áreas para establecer nuevas colonias.

Las únicas hormigas exóticas (no-nativas) encontradas pertenecieron al género *Cardiocondyla* y fueron halladas sólo en el área rural. De manera excepcional, las hormigas de este género no se dispersan por medio de reinas aladas, por lo que el hecho de que solo se les encontró en el área rural soporta la importancia de la dispersión para mantener la diversidad en el área urbana.

La menor calidad del hábitat urbanizado explicaría también que se hayan encontrado menos especies a nivel de sitios. Sin embargo, al considerar la diversidad del conjunto de sitios para cada ambiente, no hay diferencias significativas entre los ambientes rural y urbanizado. Esto indica que los sitios urbanizados son hogar de diferentes porciones de la diversidad de hormigas presente localmente. La menor calidad del ambiente urbanizado podría estar actuando como un filtro que limite el número de especies presentes en cada sitio.

Finalmente, en cuanto a los grupos funcionales, encontramos diferencias significativas, aunque limitadas. Los sitios urbanizados tuvieron mayores proporciones de hormigas Especialistas de clima cálido y menores proporciones de Dominantes dolichoderinas. Estas diferencias indicarían que en el ambiente urbanizado la competencia es ligeramente menos importante y el microclima más importante como factores que determinan la estructura de las comunidades. Esto puede ser efecto de que en algunos sitios urbanizados hay menor vegetación arbustiva y arbórea, lo cual reduce la cantidad de sombra a nivel del suelo y favorece a especies asociadas a climas cálidos en detrimento de especies especializadas para la competencia.

Contrario a nuestras expectativas, no encontramos una mayor proporción de hormigas Oportunistas asociadas con la perturbación ambiental en el ambiente urbanizado. Una posible explicación para esta falta de diferencias podría ser que ambos ambientes estudiados sufren perturbación ambiental, aunque de diferente tipo. Desde la perspectiva de las hormigas, la perturbación sería todo evento que destruye sus nidos o remueve individuos de la colonia (Andersen, 1997). El ambiente urbanizado pasó por un extenso evento de perturbación al construirse los edificios cercanos. En contraste, el ambiente rural recibe constantemente perturbación más ligera como efecto de la presencia y actividades del ganado que afectan la

vegetación y pisotean los nidos de las hormigas.

CONCLUSIONES

En este proyecto se realizó un estudio de campo para determinar los efectos tempranos de la urbanización sobre las comunidades de hormigas en ambientes rurales. Nuestros resultados muestran que tanto la abundancia como la diversidad de las hormigas resultan negativamente afectadas por el proceso de urbanización. Por otro lado, solo encontramos cambios menores en la composición de especies y sus grupos funcionales entre los ambientes considerados. Tomados en conjunto, estos resultados sugieren que una dinámica de fuentes y sumideros podría ayudar a mantener las comunidades de hormigas en sitios de reciente urbanización.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a Luz Mariana González Vega y Alejandra Rodríguez Barquero por su apoyo en las actividades de campo y de laboratorio. Este trabajo fue parcialmente apoyado por becas y materiales de Arkansas State University Campus Querétaro.

REFERENCIAS

-Andersen, A. N. (1997). Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography*, *24*(4), 433–460. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.1997.00137.x

-Angilletta Jr, M. J., Wilson, R. S., Niehaus, A. C., Sears, M. W., Navas, C. A., & Ribeiro, P. L. (2007). Urban physiology: city ants possess high heat tolerance. *PLoS One Journals, 2*(2). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000258

-Biosfera. (2018). Invertebrados Terrestres – Trampas de Caída e Intercepción. *Biosfera - Consultoría Medioambiental*. https://biosfera.es/invertebrados-terrestres-trampas-caida-e-intercepcion/

-Brown, WL Jr. (2000). *A Global Ecology of Rainforest Ants: Functional Groups in Relation to Environmental Stress and Disturbance*. Chapter 3, Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington, pp 45-79.

-Buczkowski G, Richmond DS. (2012). The Effect of Urbanization on Ant Abundance and Diversity: A Temporal Examination of Factors Affecting Biodiversity. PLoS ONE 7(8): e41729. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041729

-Hanski, I. (1998). Metapopulation dynamics. *Nature*, *396*(6706), 41-49. https://doi.org/10.1038/23876

-Holway, D. A., & Suarez, A. V. (2006). Homogenization of ant communities in mediterranean California: the effects of urbanization and invasion. Biological conservation, 127(3), 319-326.

-*INEXT Online (2022)*. https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/

-Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*, (8), 151-161.

-Mauseth, J. D., Rebmann, J. P., & Machado, S. R. (2016). Extrafloral nectaries in cacti. *Cactus and Succulent Journal*, *88*(4), 156-171.

-Oksanen, J., *et. al*. (2017). Vegan: Community Ecology Package. R package Version 2.4-3. https://CRAN.R-project.org/package=vegan

-Perez, A., & Diamond, S. E. (2019). Idiosyncrasies in cities: Evaluating patterns and drivers of ant biodiversity along urbanization gradients. *Journal of Urban Ecology*, *5*(1), juz017.

-R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

-Sanford MP, Manley PN, Murphy DD (2008) Effects of urban development on ant

communities: implications for ecosystem services and management. Conservation Biology 23: 131–141.

Análisis Espacial de Herbivoría: Estrategias para el Control Biológico

Brenda Olivia Sánchez-Ledesma[1], Etzel Garrido-Espinosa[2] y Roberto Carlos Álvarez-Martínez[1].

[1] Laboratorio de Biología Cuantitativa y Sistemas Complejos, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

[2] Grupo de Evolución Teórica y Aplicada, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Datos de contacto: bsanchez16@alumnos.uaq.mx, etzel.garrido@uaq.edu.mx y roberto.alvarez@uaq.edu.mx.

Resumen

En las interacciones planta-herbívoro, al existir un daño fisiológico se desencadenan una serie de procesos relacionados con el sistema de defensa de la planta. Para ello, se implementan múltiples estrategias y/o mecanismos con el fin de mantener un desarrollo adecuado. El principal objetivo de este estudio es analizar el efecto espacial que tiene la herbivoría sobre plantas, su relación con el *fitness* y la adaptación local bajo distintos gradientes genotípicos (resistencia y tolerancia), a través de un modelo de autómata celular. En el presente trabajo se analizaron datos experimentales existentes del sistema *Datura stramonium-Lema daturaphila*, acerca del número de semillas, porcentaje de daño, los distintos gradientes de frecuencia y el estado inicial de las plantas y sus vecindades (resistencia o tolerancia). A partir de ello se construyó un modelo de autómata celular que nos permitió ver y analizar la distribución espacial del proceso de propagación de los insectos, a través del tiempo. Además, de simular procesos de adaptación local del insecto a las plantas resistentes. Nuestros resultados nos sugieren que la frecuencia genotípica de 6:4 (tolerantes: resistentes) es la combinación espacial ideal. Esta proporción representa un punto de equilibrio relevante en la relación entre la resistencia y tolerancia, con un número de semillas relativamente alto (comparado con genotipos más tolerantes), sin que exista una reducción en la diversidad de plantas. En conclusión, mediante el análisis del *fitness* y las frecuencias genotípicas, se puede abordar el control biológico del insecto. Esto puede conducir a un mayor rendimiento en la producción de sistemas de cultivo de relevancia económica y agrícola.

Palabras clave: sistema planta-herbívoro, autómata celular, selección dependiente de la frecuencia, *fitness*, control biológico, adaptación local.

Abstract

In plant-herbivore interactions, as there is physiological damage, a series of processes related to the plant's defense system are triggered. To this end, multiple strategies and/or mechanisms are implemented to maintain adequate development. This study's main objective is to analyze the spatial effect of herbivory on plants, its relationship with fitness and local adaptation under different genotypic gradients (resistance and tolerance) through a model of cellular automata. In the present work, we analyzed existing experimental data from the *Datura stramonium-Lema daturaphila* system, about the number of seeds, the percentage of damage, the different frequency gradients, and the initial state of the plants and their neighborhoods (resistance or tolerance). From this, a cellular automaton model was built that allowed us to see and analyze the spatial distribution of the insect propagation process through time. In addition, it simulates local insect adaptation processes to resistant plants. Our results suggest a genotypic frequency of 6:4 (tolerant: resistant) is the ideal spatial combination. This proportion represents a relevant balance point in the relationship between resistance and tolerance, with a relatively high number of seeds (compared to more tolerant genotypes) without reducing plant diversity. In conclusion, through the analysis of fitness and genotypic frequencies, the biological control of the insect can be addressed. This theoretical result can

lead to higher yields in producing economically and agriculturally relevant cropping systems.

Keywords: plant-herbivore system, cellular automaton, frequency-dependent selection, fitness, biological control, local adaptation.

Introducción

Las plantas son organismos eucariotas autótrofos, capaces de realizar fotosíntesis, para generar oxígeno y energía mediante reacciones químicas. Se caracterizan por presentar pared celular compuesta principalmente de celulosa y otros polisacáridos. La diversidad de plantas en todo el mundo es mayor a 400,000 especies; de las cuáles el grupo de angiospermas (plantas con flores) representa gran parte de la biodiversidad en términos de sus ecosistemas (Chang *et al*., 2016).

Las plantas emplean diversas estrategias de defensa para contrarrestar ataques de patógenos o herbívoros con los que interactúan constantemente. Las plantas cuentan con compuestos químicos para su defensa (metabolitos secundarios, compuestos fenólicos, alcaloides, saponinas, proteínas que tienen efectos tóxicos, etc.), y estructuras morfológicas especializadas (pelos, tricomas, espinas, el grosor de las hojas, etc.) que les ayudan a restringir el acceso del tejido vegetal (War *et al*., 2012).

En sistemas biológicos planta-insecto, la respuesta fisiológica de las plantas ante la presencia de daño causado por un herbívoro, promueve la expresión de dos mecanismos de defensa: la resistencia y la tolerancia. La implementación de múltiples estrategias y/o mecanismos de respuesta les permite a las plantas mantener un desarrollo adecuado. Esto se debe a que estas estrategias conllevan a cambios en el costo del *fitness* de los genotipos de las plantas (War *et al*., 2012; Pagán & García-Arenal, 2018).

La resistencia es la respuesta constitutiva o inducida de las plantas contra la herbivoría para evitar o reducir la cantidad de daño, por lo que permite disminuir el desempeño, la preferencia y el *fitness* de los herbívoros. En cambio, la tolerancia se refiere a la respuesta inducida de las plantas después del consumo para amortiguar el efecto negativo del daño sobre el *fitness*. Si bien los niveles de daño en la tolerancia dependen del medio ambiente y de la densidad de herbívoros, las plantas tolerantes tienen la capacidad de asignar diversos recursos (como al crecimiento o la reproducción) de forma simultánea para compensar el daño (Karban, 2010; Pagán & García-Arenal, 2018).

La adaptación local juega un papel muy relevante en los sistemas planta-herbívoro, para el mantenimiento de un equilibrio, en aspectos de la sobrevivencia y reproducción de ambas poblaciones. La adaptación local se define como "la diferencia entre el *fitness* de las poblaciones en su ambiente local y el *fitness* fuera de sus sitios de origen" (Blanquart *et al*., 2013). Se conoce bien la capacidad que tienen los insectos de adaptarse rápidamente a los cambios ambientales en su entorno (Simon *et al*., 2015).

Por otro lado, la variación genética en los mecanismos de defensa del huésped afecta a diferentes factores implicados en la vida de un organismo y es mediada por los enemigos naturales. A través de la selección dependiente de la frecuencia, puede mantenerse un equilibrio de los polimorfismos genéticos. La selección dependiente de la frecuencia "ocurre cuando el *fitness* de un fenotipo, genotipo o alelo posee variaciones respecto a su abundancia relativa en la población" (Neiman & Fields, 2016; Takacs, 2019).

Existen dos tipos de selección dependiente de la frecuencia: negativa cuando *fitness* de un fenotipo/ genotipo va a aumentar a medida que hay una disminución en su frecuencia de la población, favoreciendo así a los genotipos raros, y positiva cuando el *fitness* de un fenotipo/genotipo aumenta con su frecuencia y, por ende, se ven favorecidos los fenotipos más comunes (Neiman & Fields, 2016).

En un sistema planta-herbívoro la selección dependiente de la frecuencia negativa actúa sobre la resistencia. A medida que los genotipos raros se vuelven comunes, habría una reducción del *fitness* de la planta, al permitir que los herbívoros sean capaces de consumirlos (Garrido *et al*., 2016).

Dado el creciente desafío que implica el control biológico, tanto en el sector económico como en el agrícola, es de suma importancia comenzar a comprender los procesos y dinámicas del sistema planta-herbívoro. Los insectos herbívoros mantienen relaciones íntimas con sus plantas huésped, debido a que estas constituyen su fuente de alimento, sitio de apareamiento y oviposición. Sin embargo, es importante constatar que estos insectos se adaptan a alimentarse únicamente de un grupo restringido de plantas, las cuales se caracterizan por poseer compuestos bioquímicos similares, o bien, estar emparentadas filogenéticamente.

En el presente trabajo el modelo planta-herbívoro en el que nos centraremos como sistema será entre la planta de la familia Solanaceae *Datura stramonium*, quien es atacada con frecuencia por su herbívoro especialista, el escarabajo *Lema daturaphila*. El insecto se alimenta de forma presencial de plantas del género *Datura*, mediante la eliminación de la lámina de la hoja (Soni *et al.*, 2012). Además, el escarabajo desarrolla gran parte de su ciclo de vida en la planta.

Existen múltiples herramientas útiles para modelar un sistema complejo. Un autómata celular permite hacer un seguimiento a través del tiempo de un sistema dinámico. El autómata celular es un modelo matemático discreto, que se compone de un conjunto de celdas que tienen la capacidad de cambiar o no de estado según el estado de sus respectivas vecindades. La transición de un estado a otro está determinada mediante un conjunto de reglas preestablecidas. Un autómata celular se dispone en espacio o rejilla de *n* cantidad de dimensiones. Por lo tanto, a través de una ventana de tiempo, se pueden analizar las propiedades que surgen de la dinámica del sistema, partiendo de una configuración inicial de estados en cada una de las celdas. La implementación y aplicación de autómatas celulares en sistemas biológicos ha sido de gran importancia, para comprender y estudiar distintos procesos como la dinámica de poblaciones celulares, la simulación de la difusión de moléculas en un tejido, la predicción del crecimiento tumoral, entre otros. (Reyes-Gómez, 2011).

Este trabajo tiene como principal objetivo el estudio del efecto de la estructura espacial de la herbivoría sobre plantas con distintos gradientes de genotipos tolerantes y resistentes mediante un modelo de autómata celular. Además de estimar el *fitness* para cada una de las frecuencias genotípicas y analizar las dinámicas cuando existe adaptación local del insecto a la planta resistente.

Metodología

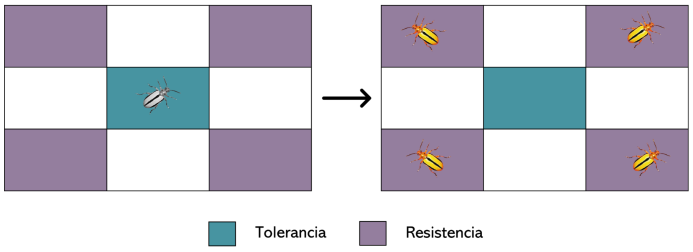
A través de consultas bibliográficas acerca del comportamiento dinámico planta-herbívoro, se estableció un conjunto de reglas que regirán al autómata celular.

Las reglas implementadas fueron las siguientes:

1. Si en las vecindades de la celda central hay una planta tolerante existe una probabilidad ***p*** distinta de cero que el escarabajo se mueva hacia esa planta tolerante.



2. Si en las vecindades de la celda central sólo hay plantas resistentes, se pueden presentar dos posibles escenarios:
    a. Que el escarabajo no se mueva de la planta tolerante (estado inicial).
    b. Que el escarabajo se mueva a cualquier planta resistente con la misma probabilidad, dado que la planta tolerante (estado inicial) tiene un porcentaje de daño alto.



Asimismo, se procesaron los datos experimentales obtenidos por *Garrido et al.* (2016) con el sistema *Datura stramonium-Lema daturaphila.* Se hizo un filtrado, para generar una base de datos que contenga los porcentajes de daño de las plantas, el número de semillas, la frecuencia, posición de la planta por jaula y el estado inicial de la planta y sus vecindades (resistencia o tolerancia). Posteriormente, se estimaron los promedios y las desviaciones estándar del porcentaje de daño y número de semillas.
Para la realización de este trabajo se empleó R versión 4.2.2 (R Core Team, 2022). Se utilizaron los paquetes *viridis* para establecer la paleta de color, *ggplot2* para generar los gráficos, *pheatmap* para la visualización espacial de las celdas del autómata celular y *Rmisc* para la comparación estadística entre los grupos de frecuencias genotípicas; los cuales están disponibles en el repositorio (Wickham, 2016; Kolde, 2019; Garnier *et al*., 2021; (Hope, 2022).

Se llevó a cabo un análisis de regresión lineal simple y cuadrática para ver el comportamiento del número de semillas en función del porcentaje de daño de la planta. Los cálculos de realización con la función *lm()*, para determinar los coeficientes del modelo.

Para el modelo de autómata celular se estableció un tamaño de gradillas de 100 por 100 celdas, con frecuencias de 1:9, 2:8, 3:7, 6:4, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 y 9:1 de plantas resistentes y tolerantes. Se dispuso un color y un número, correspondiente a: 1) Resistentes (morado), 2) Tolerantes (azul), 3) Resistentes + insecto (verde) y 4) Tolerantes + insecto (amarillo). Con las reglas ya preestablecidas, se les determinaron los siguientes valores: probabilidad de 0.25 de que el escarabajo se mueva a una planta tolerante y se la coma (regla 1), una probabilidad del 0.20 que una planta resistente sea comida por un escarabajo (probabilidad de infección) (regla 2b) y un umbral de daño del 30% de acuerdo con la distribución obtenida en la regresión lineal.

Para comenzar a simular la dinámica planta-herbívoro, se asignó de manera aleatoria 10 insectos por gradilla, que estarán situados en una planta tolerante o resistente. Partiendo de dicha configuración inicial y los parámetros establecidos, el modelo nos permite realizar un seguimiento a través del tiempo (iteraciones) para conocer el estado de cada celda dentro de la gradilla. Cada estado de las celdas está influenciado en sí sus vecindades tienen una planta tolerante o resistentes con presencia o no de insectos. Al finalizar cada simulación, se generaron matrices que cuantificaron el porcentaje de daño total y las configuraciones finales de la gradilla.
En cuanto a la estimación del *fitness*, con las matrices obtenidas se realizó una estandarización con los resultados del análisis de regresión lineal, para estimar el número de semillas que produjeron las plantas durante el periodo de seguimiento. Además, se realizó un análisis de varianza de una vía y prueba post hoc de Tukey para comparar la significancia entre grupos de frecuencias.

Por último, para visualizar y simular el proceso de adaptación local del insecto a la planta en las frecuencias 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 y 9:1, se modificaron los valores del porcentaje de daño y la probabilidad de infección de una planta resistente. En esta adaptación del modelo de autómata celular, se determinó que arriba de 1,000 iteraciones (tiempo) el porcentaje de umbral daño tendría un valor del 10% y una probabilidad de infección de 0.8.

Resultados

Con el análisis de regresión lineal fue posible determinar que la relación entre las variables, del número de semillas y el porcentaje de daño, corresponde a una correlación negativa. En las plantas tolerantes (figura 1) con un ajuste lineal ($R^2 = 0.346$), nos muestra que a medida que el porcentaje de daño aumenta y alcanza un umbral ≥ 30%, el número de semillas disminuye de tener producción >500 semillas a <100 semillas, una vez que se alcanza un daño mayor al 60%. No obstante, en las plantas resistentes (figura 2) con un ajuste cuadrático ($R^2 = 0.07317$), se puede ver que con un umbral de daño ≥ 40% se alcanza a observar un pico máximo en la producción del número de semillas. A medida que va aumentando el porcentaje de daño, disminuye el número de semillas considerablemente.

En cuanto al cálculo del modelo de regresión lineal para plantas tolerantes, se obtuvieron como resultados coeficientes de regresión correspondientes a 476.043 y -4.784, siendo estos parámetros significativos ($p = 2.40\,x\,10^{-10}$, $6.144\,x\,10^{-5}$). En contraste, en el modelo de regresión lineal cuadrático para plantas resistentes, los coeficientes de regresión fueron 323.91505 y -0.02325 ($p = 1.56\,x\,10^{-12}, 0.0505$) .

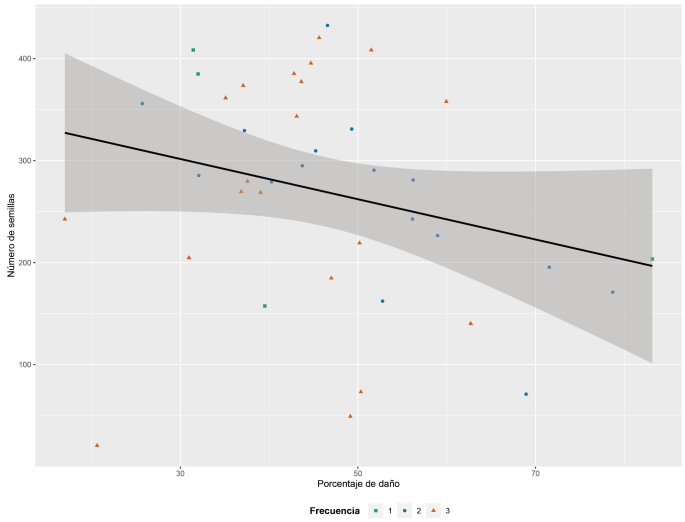


Figura 1. Diagrama de regresión lineal para plantas tolerantes. Los cuadrados verdes hacen referencia a la frecuencia 1:9 (resistentes: tolerantes), los círculos azules 5:5 y los triángulos naranjas 9:1.

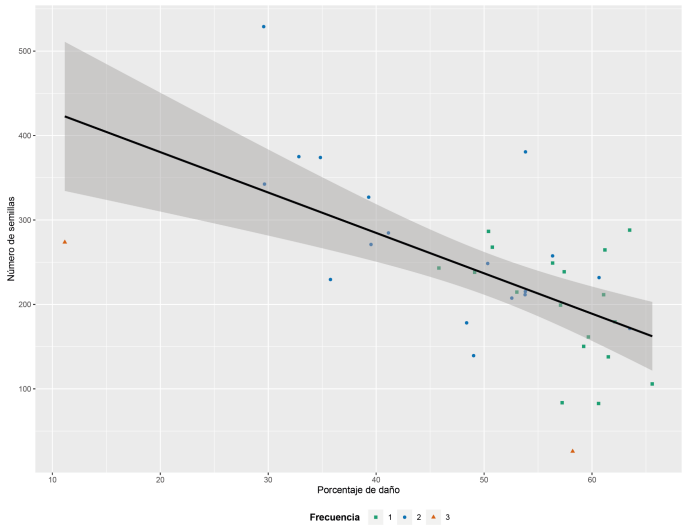


Figura 2. Diagrama de regresión lineal cuadrática para plantas resistentes. Los cuadrados verdes hacen referencia a la frecuencia 1:9 (resistentes: tolerantes), los círculos azules 5:5 y los triángulos naranjas 9:1.

Al correr la simulación del sistema planta-herbívoro con el modelo de autómata celular construido, se obtuvo como resultado la visualización de las combinaciones espaciales del estado inicial (figura 3) y final, que muestra dinámica de propagación del insecto (figura 4).

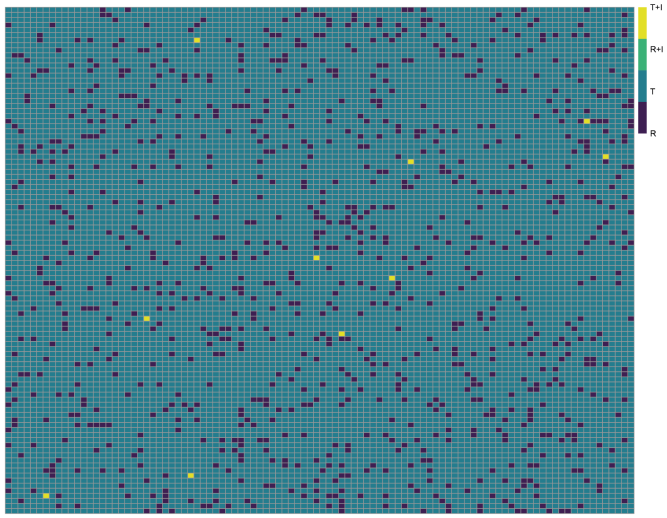


Figura 3. Configuración inicial del autómata celular, con frecuencia 1:9 (resistentes: tolerantes). Las celdas de color azul nos indican plantas tolerantes, mientras que en color morado las plantas resistentes. Las celdas amarillas nos muestran la presencia del insecto en plantas tolerantes y en verde para plantas resistentes.

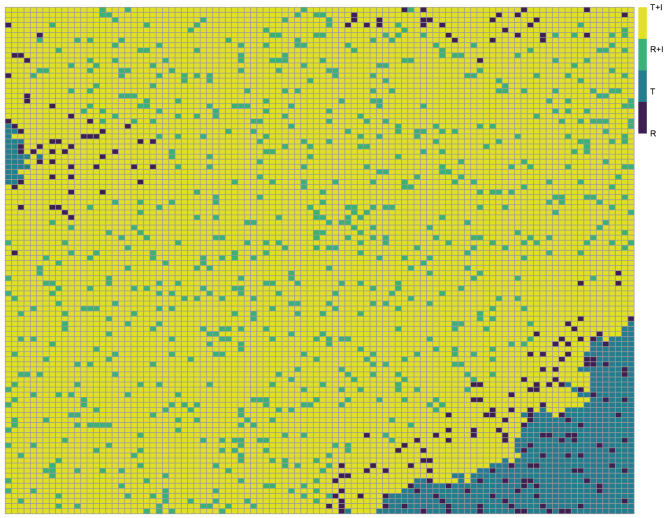


Figura 4. Dinámica de propagación del insecto en plantas resistentes y tolerantes con frecuencia 1:9 (resistentes: tolerantes). Las celdas de color azul nos indican plantas tolerantes, mientras que en color morado

las plantas resistentes. Las celdas amarillas nos muestran la presencia del insecto en plantas tolerantes y en verde para plantas resistentes.

Por otro lado, al estandarizar el porcentaje de daño total y las configuraciones finales de la gradilla, los resultados (figura 5) nos muestran que la frecuencia genotípica 1:9 tuvo un *fitness* de aprox. 250,000 semillas y las siguientes frecuencias (2.8 y 3.7) tuvieron una disminución ligera en su *fitness* comparada con la frecuencia 1:9. Sin embargo, la frecuencia 4.6 tuvo un porcentaje de daño más alto a las tres frecuencias anteriores, que condujo a una producción de semillas <150,000. En la frecuencia 5:5 se alcanza un *fitness* de 350,000 semillas y a partir de las frecuencias 6.4, 7.3, 8.2 y 9.1 el *fitness* es >450,000 semillas.

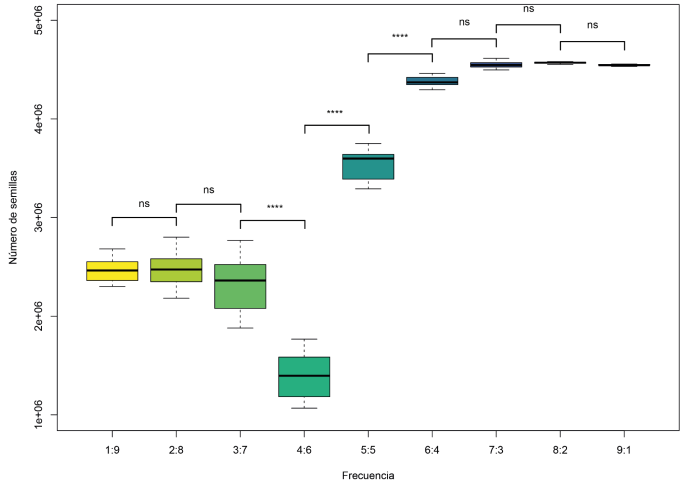


Figura 5. Estimación del fitness de las plantas tolerantes y resistentes de acuerdo a su frecuencia.

Al observar los cambios en la dinámica de propagación del insecto, en el supuesto de que exista (después de un periodo de tiempo) adaptación local de las poblaciones de insectos a las plantas resistentes, se puede ver que sí hay diferencias en cuanto a la densidad de herbívoros de una gradilla (figura 6A) a otra (figura 6B) con y sin adaptación local.

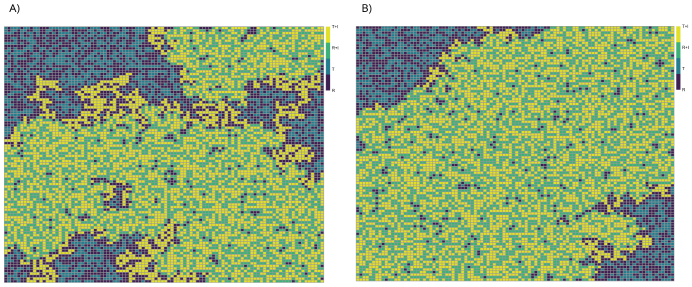


Figura 6. Comparación de las dinámicas de propagación del insecto en plantas resistentes y tolerantes con una frecuencia 5:5 (resistentes: tolerantes). A) Dinámica para genotipos resistentes sin adaptación local y B) con adaptación local. Las celdas de color azul nos indican plantas tolerantes, mientras que en color morado las plantas resistentes. Las celdas amarillas nos muestran la presencia del insecto en plantas tolerantes y en verde para plantas resistentes.

Discusión y conclusiones

Es de esperarse que en frecuencias genotípicas donde haya menos plantas resistentes y más tolerantes, tanto la densidad de herbívoros como la cantidad de daño aumenten. Este aumento en la densidad de herbívoros se debe a que la tolerancia amortigua el daño en las plantas, y por ende no se ve afectado el desempeño de los escarabajos (Garrido *et al*., 2016). Por ello, el número de semillas va a disminuir debido a que la capacidad de tolerancia también decrece (Fornoni, 2010). Esto concuerda con la dinámica observada en el ajuste de la dispersión de los puntos en el análisis de regresión lineal (figura 1).

Por otra parte, se conoce que las plantas resistentes reducen la abundancia de sus enemigos naturales. De acuerdo con Garrido *et al*. (2016), la densidad de herbívoros y la cantidad media de daño son menores en frecuencias donde predominan los genotipos resistentes. De esta manera, los resultados obtenidos sugieren que las plantas resistentes logran limitar el daño de los insectos, debido a que también hay una reducción en la densidad de herbívoros (figura 2). Por ende, con un daño >40% la producción de semillas va disminuyendo gradualmente.

Bajo este escenario, al construir el modelo de autómata celular se asumió que los genotipos resistentes tienen la capacidad de controlar la tasa de crecimiento de los insectos. Por esta razón, es de esperarse que la mayor densidad de herbívoros esté

presente en plantas tolerantes, dado que los escarabajos hembras ovipositan una mayor cantidad de huevos.

Al comparar los resultados de la estructura espacial entre la configuración inicial (figura 3) y final (figura 4), corrido para la frecuencia 1:9 (resistentes: tolerantes), podemos constatar que las celdas de plantas tolerantes con presencia de insectos (color amarillo) predominan en casi toda la gradilla. Aunado a ello, se muestra como la distribución de los insectos se va expandiendo hasta llegar de extremo a extremo de la gradilla. Esto nos indica que, durante el periodo de tiempo que establecimos, el proceso de infección de las plantas tolerantes logra establecerse en gran parte de la gradilla.

Por otro lado, fue posible calcular la cantidad de daño que sufren las plantas tolerantes y resistentes de acuerdo con la cantidad de tiempo que el insecto permanece en la planta. Esto se debe a que en este modelo asumimos que el número total de iteraciones es un proxy del porcentaje total de daño. Al estandarizar el porcentaje de daño total y las configuraciones finales de la gradilla, los resultados nos indican que los genotipos más resistentes sufren menos daño que los genotipos más tolerantes (figura 5). Por ende, el número de semillas que produjeron las plantas resistentes aumentó en función a su frecuencia, a medida que el *fitness* de las plantas tolerantes disminuyó. Ahora bien, sí observamos con detenimiento la distribución de nuestra gráfica, se puede ver que la comparación entre los últimos cuatro grupos de frecuencia genotípicas (6:4, 7:3, 8:2 y 9:1) no muestran diferencias significativas. Por lo tanto, son grupos poco variantes en cuanto al número de semillas. De esta manera podemos sugerir que la frecuencia 6:4, representaría un punto de equilibrio relevante en la relación entre la resistencia y tolereancia, con un *fitness* alto (comparado con las plantas con genotipos más tolerantes), sin que exista una reducción en la diversidad de plantas.

Si consideramos el otro escenario donde las plantas resistentes no logran controlar la carga de herbívoros y su tasa de crecimiento, nos estaría indicando que los enemigos naturales logran adaptarse de manera local a sus huéspedes (Parachnowitsch & Lajeunesse, 2012). Por consiguiente, las plantas sufrirán una cantidad mayor de daño al ser consumidas por los organismos que se han adaptado localmente.

Al analizar la comparación de las dinámicas del sistema con y sin adaptación local (figura 6), es posible observar que los procesos de infección en plantas resistentes con adaptación local, ocurren de extremo a extremo de la gradilla (figura 6B). En contraste, con las plantas resistentes que logran amortiguar el daño causado por los insectos, se observa un patrón de propagación distinto que cubre menor cantidad de plantas resistentes.

Estos resultados nos sugieren que los fenotipos tolerantes tendrían un beneficio en la producción de semillas, debido a que al aumentar su frecuencia, los costos de ambas estrategias de defensa serían equivalentes. Al pasar un determinado periodo de tiempo, los insectos logran adaptarse y evadir las defensas de las plantas resistentes. Por lo tanto, las plantas resistentes tienen más susceptibilidad de sufrir niveles altos de daño al aumentar su probabilidad de infección.

En conclusión, nuestros hallazgos nos muestran que mediante el uso de modelos de autómatas celulares, se puede conocer la distribución y los patrones espaciales de la densidad de herbívoros en las dinámicas planta-insecto. De esta manera es posible determinar, a través de la estimación del daño y del número de semillas, con cuál frecuencia genotípica (plantas resistentes: tolerantes) se obtiene un valor mayor del *fitness* global de las plantas. Esto nos sugiere que el control biológico puede abordarse desde esta perspectiva, para lograr tener un mayor rendimiento en la producción de sistemas de cultivo de relevancia económica. Dado que *Datura stramonium* está filogenéticamente emparentada con plantas de importancia en la agricultura, como tomate, papa, berenjena, chiles, pimientos, etc., este modelo de autómata celular permite realizar extrapolaciones a sistemas de cultivo de plantas mucho más grandes.

Agradecimientos

Al programa 20205007011001 del Fondo para el Desarrollo del Conocimiento (FONDEC-UAQ-2022) del cual fui becaria.

Bibliografía

Blanquart, F., Kaltz, O., Nuismer, S. L., & Gandon, S. (2013). A practical guide to measuring local adaptation. *Ecology Letters*. 16(9), 1195–1205. doi:10.1111/ele.12150

Chang, C., Bowman, J. L. & Meyerowitz, E. M. (2016). Field Guide to Plant Model Systems. *Cell*. 175: 325-339. http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2016.08.031

Fornoni, J. (2010). Ecological and evolutionary implications of plant tolerance to herbivory. *Functional Ecology*. 25(2), 399–407. doi:10.1111/j.1365-2435.2010.01805.x

Garnier, S., Ross, N., Rudis, R., Camargo, A. P., Sciaini, M. & Scherer, C. (2021). Rvision - Colorblind-Friendly Color Maps for R. R package version 0.6.2.

Garrido, E., Llamas-Guzmán, L. P. & Fornoni, J. (2016). The effect of frequency-dependent selection on resistance and tolerance to herbivory. *Journal of Evolutionary Biology*. 29, 483-489.

Hope, RM. (2022). _Rmisc: Ryan Miscellaneous_. R package version 1.5.1, <https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc>.

Karban, R. (2010). The ecology and evolution of induced resistance against herbivores. *Functional Ecology*. 25(2), 339–347. doi:10.1111/j.1365-2435.2010.01789.x

Kolde, R. (2019). _pheatmap: Pretty Heatmaps_. R package version 1.0.12. https://CRAN.R-project.org/package=pheatmap.

Neiman, M. & Fields, P. (2016). Antagonistic Interspecific Coevolution. En: Richard M. Kliman (Eds.), *Encyclopedia of Evolutionary Biology*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800049-6.00196-7.

Pagán, I. & García-Arenal, F. (2018). Tolerance to Plant Pathogens: Theory and Experimental Evidence. *International Journal of Molecular Sciences*. 19(3), 810. doi:10.3390/ijms19030810

Parachnowitsch, A. L., & Lajeunesse, M. J. (2012). Adapting with the enemy: local adaptation in plant–herbivore interactions. *The New Phytologist*. 193(2), 294–296. http://www.jstor.org/stable/newphytologist.193.2.294

R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: https://www.R-project.org/.

Reyes-Gómez, D. 2011. *Descripción y Aplicaciones de los Autómatas Celulares*. Consultado el 20 de marzo de 2022 en http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/cellularautomata/Summer_Research_files/Arti_Ver_Inv_2011_DARG.pdf

Simon, J.-C., d' Alencon, E., Guy, E., Jacquin-Joly, E., Jaquiery, J., Nouhaud, P., Peccoud, J., Sugio, A. & Streiff, R. (2015). Genomics of adaptation to host-plants in herbivorous insects. *Briefings in Functional Genomics*. 14(6), 413–423. doi:10.1093/bfgp/elv015

Soni, P., Siddiqui, A. A., Dwivedi, J. & Soni, V. (2012). Pharmacological properties of Datura stramonium L. as a potential medicinal tree: An overview. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2 (12): 1002-1008. doi: 10.1016/S2221-1691(13)60014-3

Takacs, P. (2019). Frequency-Dependent Selection. En: Shackelford, T., Weekes-Shackelford, V. (Eds.), *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16999-6_2115-1

War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S. & Sharma, H. C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signal Behav*. 7(10): 1306-1320. doi: 10.4161/psb.21663

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

Análisis del contenido y extracción de naringina de la cáscara de toronja en tres variedades cultivadas en México

María José Monroy Ramírez, M. en C. C. Odette Flores Pérez, Dr. Ángel R. Flores Sosa, M. en C. Diana López Fitz, M. en C. Isidro Reséndiz López, M. en C. Alejandro Núñez Vilchis, E. I. A. Areli Rodríguez Ontiveros, Dr. M. Moustapha Bah y Dr. Eloy Rodríguez de León*

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de las Campanas, Querétaro 76010.
* eloy.rodriguez@uaq.mx

Resumen

La cáscara de los cítricos es una fuente importante de flavonoides. Éstos son compuestos naturales con diversos efectos benéficos para la salud humana. La toronja (*Citrus paradisi*) se destaca por poseer una cantidad significativa del flavonoide conocido como naringina. Cuando se consume un cítrico, la cáscara no es utilizada, lo que implica un desperdicio de alrededor del 50% del total del fruto. En este sentido, existe una imperante necesidad de revalorizar los recursos naturales para reducir el impacto ambiental. El presente estudio se enfocó en aprovechar el albedo de la toronja para obtener naringina mediante extracción asistida por ultrasonido (EAU), una metodología amigable con el ambiente. La naringina extraída se cuantificó mediante cromatografía de líquidos de alta resolución acoplada al detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) y su naturaleza química se confirmó mediante resonancia magnética nuclear (RMN). Además, se realizó el estudio comparativo de la calidad en tres variedades de la toronja (roja, rosa y blanca) mediante su análisis de color, sólidos solubles totales, acidez y pH. Este trabajo representa el primer estudio que analiza y compara la cantidad de este compuesto presente en las tres principales variedades de toronja cultivadas en nuestro país para conocer la fuente más conveniente para la obtención de este importante flavonoide con un amplio uso en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica.

Palabras clave: naringina, citroflavonoides, toronja, albedo.

Abstract

Citrus fruit peel is a relevant source of flavonoids. These compounds provide various health benefits. Among all citrus fruits, grapefruit (*Citrus paradisi*) has the highest concentration of flavonoid naringin. Typically, only the pulp of citrus fruit is used for juice, resulting in around 50% waste. In this context, it is necessary to revalue natural resources to reduce environmental impact. In this work, we used grapefruit albedo to extract naringin flavonoid through ultrasonic-assisted extraction, an eco-friendly method. High-performance liquid chromatography (HPLC-DAD) was used to quantify naringin, and its structure was confirmed by nuclear magnetic resonance (NMR). In addition, a comparative quality study was conducted among the three varieties (pink, red, and white) of *Citrus paradisi*, measuring the parameters of color, total soluble solids, acidity, and pH. This work is the first report of a comparative analysis of naringin content among the three main varieties cropped in Mexico to determine the optimal source of this flavonoid, which has high application in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries.

Keywords: naringin, citroflavonoids, grapefruit, albedo.

Introducción

El aprovechamiento de los recursos naturales, así como la reutilización y conversión de los residuos vegetales y/o alimenticios en productos con un alto valor agregado es una actividad de suma importancia para alcanzar un desarrollo sostenible en el presente y el futuro (ONU, 2023). Esta tendencia surge debido al agotamiento de los recursos no renovables, a la contaminación generada por la no reutilización de muchos de los productos de consumo humano y por el uso indiscriminado de fuentes altamente contaminantes, principalmente las derivadas del petróleo para la obtención de una gran cantidad de insumos. Estos grandes problemas han incentivado a que exista un incremento en la investigación enfocada a revalorizar los desechos y la biomasa (Paini y col., 2022). En la búsqueda de alternativas para producir compuestos de una forma sostenible, el presente trabajo se enfocó en utilizar la cáscara de toronja (*Citrus paradisi*) para extraer el flavonoide naringina mediante una metodología amigable con el ambiente, como lo es la extracción asistida por ultrasonido.

México es el tercer productor a nivel mundial de toronja con una producción anual de 410,000 toneladas métricas (USDA, 2022). El Estado de Veracruz, seguido por los de Tamaulipas y Michoacán son los principales productores a nivel nacional. Las variedades de toronja cultivadas en nuestro país se distinguen principalmente por el color de su pulpa (roja, rosa o blanca), siendo la roja la más producida (USDA, 2022). Diversos estudios han reportado que las semillas y la cáscara de los frutos cítricos tienen un alto contenido de flavonoides; sin embargo, la cáscara posee un mayor contenido que las semillas (Tripoli y col., 2007). Los citroflavonoides (flavonoides presentes en los cítricos) son principalmente del tipo flavanonas unidas a azúcares (glicosiladas) y se ha encontrado que la naringina es una de las flavanonas glicosiladas más ubicuas en los cítricos (Scurria y col., 2021). También se conoce que la toronja es el cítrico que posee el contenido más alto de naringina y se ha comprobado que la cantidad de este compuesto en el fruto depende de factores tales como el grado de madurez y la parte analizada (flavedo, albedo, pulpa, jugo o semilla) (Khan y col., 2014). Cuando se consume un cítrico, la cáscara no es utilizada, lo que implica un desperdicio de aproximadamente el 50% del fruto, por lo que revalorizar este residuo representa una oportunidad para extraer este compuesto, con amplia utilidad en la industria farmacéutica y alimentaria. La naringina es un flavonoide del tipo flavanona unida a dos azúcares, glucosa y ramnosa (Figura 1).

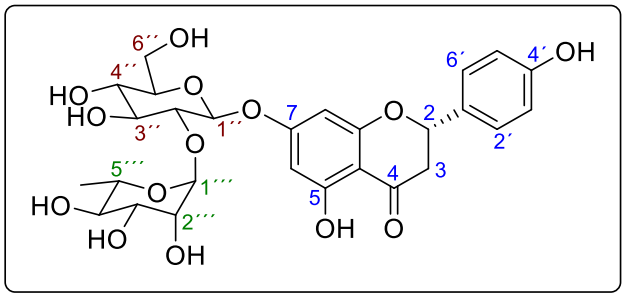


Figura 1. Estructura química de la naringina.

A la fecha, existen diversos reportes que describen los efectos biológicos de la naringina, entre los que destacan su actividad anticancerígena, antiinflamatoria y antioxidante (Chen y col., 2016). Cabe destacar que esta molécula es una materia prima conveniente para lograr la síntesis parcial de otros flavonoides con un alto valor agregado, tales como la apigenina (Martínez-Coronado y col., 2022). Finalmente, aunque es ampliamente conocido que la naringina se encuentra significativamente en la cáscara de toronja, este proyecto representa el primer estudio que analiza y compara la cantidad de este compuesto presente en las tres principales variedades de toronjas (roja, rosa y blanca) producidas en México para conocer la fuente más conveniente para la obtención de este importante flavonoide.

Metodología

Extracción de la naringina a partir de la cáscara de toronja (*Citrus paradisi*)

Las tres variedades de toronja fueron colectadas en el municipio de Martínez de la Torre (20°4'14.95" N, 97°3'38.81" O) en el estado de Veracruz, México. A partir de la cáscara de toronja, se separó el albedo (parte blanca) del flavedo (parte exterior). El albedo se cortó en pequeños trozos de alrededor de 5 mm. Para la extracción de la naringina por el método convencional y por ultrasonido, se colocaron 5 g de albedo en un matraz bola de 50 mL y se le adicionaron 43 mL de metanol. La extracción convencional se realizó durante 5 horas; mientras que, para la extracción asistida por ultrasonido, se utilizó un equipo de ultrasonido comercial de 37 kHz de la marca Branson. Las condiciones de tiempo de análisis y temperatura utilizadas en esta extracción siguieron un diseño experimental 2^K completo y centrado.

Diseño experimental y análisis estadístico

Para la EAU, se evaluaron las siguientes condiciones: dos temperaturas 35 y 55 °C, dos tiempos 10 y 20 minutos y una condición intermedia (45 °C y 15 minutos). Todos los experimentos se realizaron por triplicado. Los resultados obtenidos de las respectivas extracciones correspondientes al promedio de las 3 réplicas fueron evaluados mediante ANOVA y para comprobar si existe una diferencia significativa entre los grupos (tiempo, temperatura y variedades de toronja), se realizó la prueba *post hoc* de Tukey a un nivel de significancia del 95%.

Análisis y cuantificación de la naringina extraída

La identificación de la naringina extraída se realizó mediante cromatografía de líquidos (HPLC) usando un cromatógrafo de la marca Waters modelo Alliance acoplado a un detector de arreglo de diodos (DAD). Los análisis se realizaron utilizando un método de fase reversa, el cual consiste en el uso de una columna agilent-Zorbax C_{18} (4.6 x 150 mm, 5 µm) como fase estacionaria y como fase móvil, acetonitrilo y agua acidulada con ácido acético 12.5 mM, con elución en modo gradiente. La naringina presente en la cáscara de cada una de las variedades se cuantificó mediante una curva de calibración por estándar externo y la cantidad se reporta en mg/g de albedo fresco.

Análisis colorimétrico

La calidad de los frutos se evaluó mediante análisis del color, acidez, sólidos solubles totales (SST) y pH. El análisis colorimétrico se realizó sobre el endocarpio (pulpa) de las tres variedades: roja, rosa y blanca. Los valores del espacio de color CIELab (L, a* y b*) fueron medidos en tres puntos de la zona ecuatorial de la cáscara y en tres puntos de la parte interna, la pulpa de la toronja. La medición del color se realizó con un espectrofotómetro CM-600D (Konica Minolta, Japón) con ángulo de observador de 10° e iluminante D65. Los valores de cromaticidad (C*) y ángulo de matiz (h°) fueron estimados con base en las ecuaciones descritas por (McGuire, 1992).

Acidez titulable

Para la medición de los SST, acidez y pH de los frutos se realizó un extracto acuoso. A 3 g de endocarpio de toronja se adicionaron 32 mL de agua destilada y la mezcla se homogenizó utilizando un equipo Ultra-Turrax (T-25, IKA, Alemania) a 10,000 RPM durante 1 min; posteriormente, se centrifugó a 13,500 RPM durante 15 minutos. Finalmente, el extracto se filtró y en el sobrenadante se determinaron SST, acidez titulable y pH.

La evaluación de la acidez titulable se realizó utilizando 10 mL de extracto acuoso, los cuales se titularon con una disolución valorada de NaOH 0.1 N hasta alcanzar un pH de 8.2 ± 0.05.

Sólidos Solubles Totales (SST) y pH

El pH y los SST se evaluaron en el extracto acuoso. El pH se medió usando un potenciómetro (HI 2213 pH/ORP meter, HANNA instruments). Adicionalmente, el contenido de SST se determinó utilizando un refractómetro digital (A. Krüss Optronic GmbH) y los resultados se reportan como porcentaje.

Caracterización estructural mediante espectroscopia de RMN

La caracterización de la naringina extraída se realizó interpretando los espectros de RMN de ^{1}H, ^{13}C, y bidimensionales, los cuales se adquirieron en un espectrómetro de 500 MHz de la marca Bruker. El compuesto se disolvió en metanol deuterado y se utilizó tetrametilsilano (TMS) como estándar interno.

Resultados

Cada una de las variedades de toronja (Figura 2) se caracterizó físicamente mediante análisis de colorimetría y contenido de albedo.



Figura 2. Fotografía de cada una de las variedades de toronja utilizadas en este trabajo.

Los resultados del análisis comparativo de la cantidad de albedo presente en cada una de las variedades se muestran en la Tabla 1. Asimismo, los resultados del análisis del color se realizado sobre la pulpa (endocarpio) de cada variedad, se observan en la Figura 3.

Tabla 1. Datos de composición de las variedades de toronja.

Variedad	Peso de fruto (g)	Peso albedo (g) [a]	Rendimiento (%)[a]	Grosor Albedo (mm) [a]
Roja	1188.8 ± 96.7	176.7 ± 21.1	14.7 ± 1.0	5.6 ± 0.03
Rosa	1138.1 ± 96.7	152.4 ± 21.1	13.4 ± 1.0	4.2 ± 0.03
Blanca	1178.1 ± 96.7	134.4 ± 21.1	11.4 ± 1.0	4.8 ± 0.03

[a]Datos reportados en peso fresco.

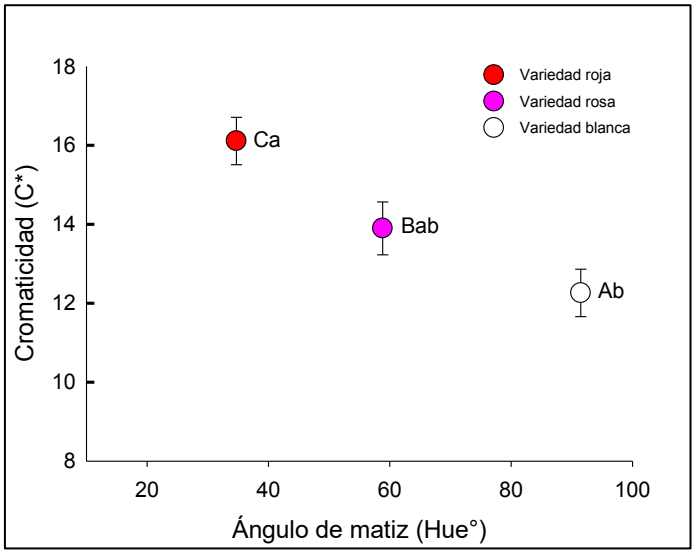


Figura 3. Análisis del color en la pulpa de las tres variedades. Los círculos representan el promedio ± error estándar (n = 10). Letras mayúsculas muestran el resultado del análisis estadístico del ángulo de matiz. Letras minúsculas muestran el resultado del análisis estadístico de la cromaticidad.

Las propiedades relacionadas con la calidad como lo son el pH, la acidez titulable y los sólidos solubles totales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos de calidad de cada variedad de toronja.

Variedad	SST (°Brix)	pH	Acidez-Ácido cítrico (mg)	SST/ acidez
Roja	9.8 ± 0.48	3.29 ± 0.17	0.73 ± 0.04	13.42
Rosa	8.1 ± 0.63	2.08 ± 0.04	0.51 ± 0.03	15.88
Blanca	9.9 ± 0.48	2.93 ± 0.15	0.67 ± 0.05	14.77

La cuantificación de la naringina extraída se realizó mediante HPLC-DAD**.** La Figura 4 muestra la curva de calibración utilizada para cuantificar las distintas extracciones.

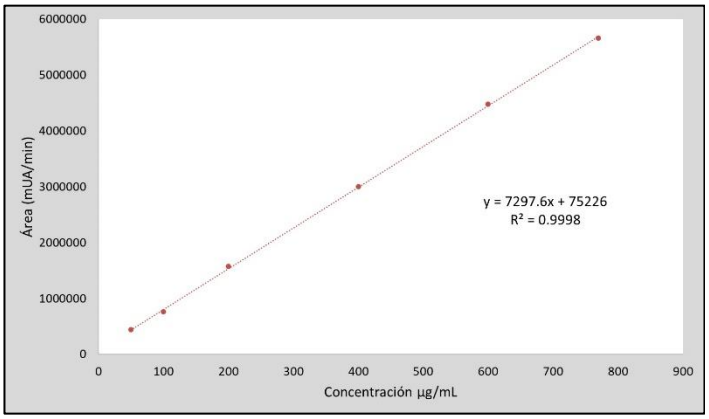


Figura 4. Curva de calibración de naringina.

Asimismo, la naturaleza química de la naringina fue confirmada mediante el análisis de sus espectros de RMN de ^{1}H (Figura 5) y ^{13}C (Figura 6).

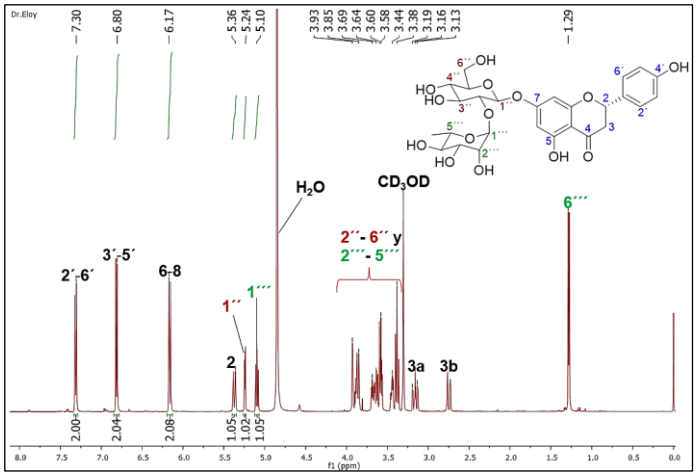


Figura 5. Espectro de RMN de ^{1}H de naringina (500 MHz, CD_3OD).

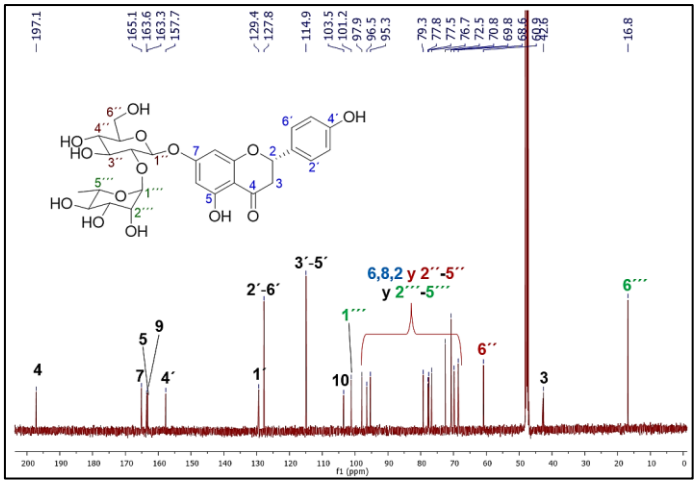


Figura 6. Espectro de RMN de ^{13}C de naringina (125 MHz, CD_3OD).

La Figura 7 muestra el gráfico de superficie obtenido de las distintas condiciones utilizadas para la optimización de la extracción asistida por ultrasonido.

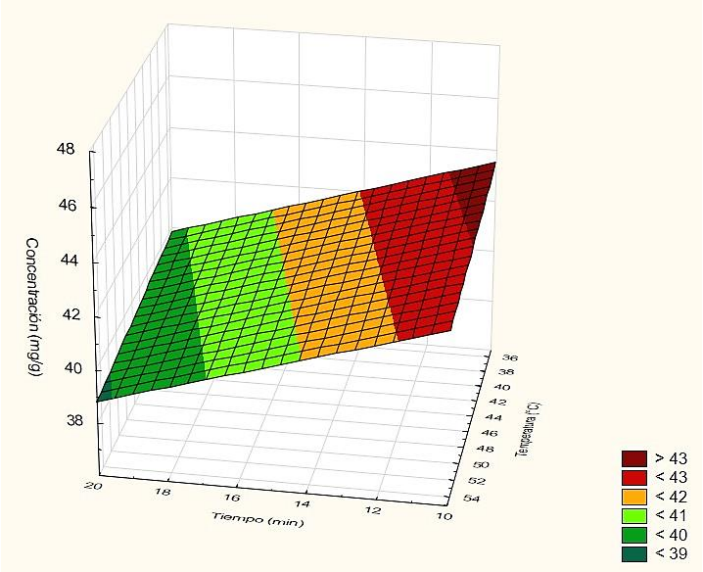


Figura 7. Gráfico de superficie de concentración contra tiempo y temperatura.

Las mejores condiciones de extracción encontradas se aplicaron en cada una de las variedades y los resultados se muestran en la Figura 8.

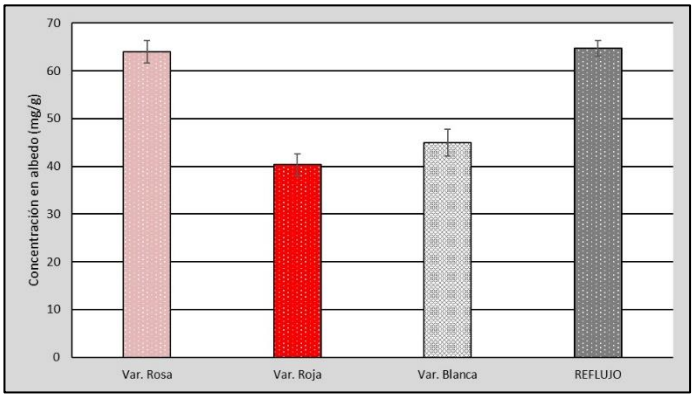


Figura 8. Concentración de naringina en cada variedad de toronja.

Discusión

Las diferencias visuales apreciadas en la pulpa de las tres variedades de toronja (Figura 2) se confirmó mediante análisis colorimétrico. En dicha figura se aprecia ligeramente la diferencia entre el grosor del albedo de cada una. En la Tabla 1, se muestra el rendimiento con respecto al albedo recuperado, en el cual se observa que la variedad roja proporciona una mayor cantidad de albedo (alrededor del 14.7%) y la blanca posee una menor cantidad de albedo con alrededor de un 11.4 %.

El análisis de color confirmó que las variedades de toronja muestran diferente coloración en su pulpa. El ángulo de matiz observado en cada una de las variedades de toronja reveló que efectivamente, la variedad roja presenta esta coloración, mientras que la rosa realmente se encuentra en la zona de los naranjas, y la blanca se ubica en la región de los amarillos (Figura 3). Respecto a la cromaticidad, la variedad roja fue la que presentó mayor valor, esto indica que esta variedad muestra un color rojo con alta intensidad; por el contrario, la variedad blanca exhibió la menor cromaticidad que se traduce en que esta variedad presentó un color amarillo con poca saturación (McGuire, 1992).

También, se observó que las toronjas roja y blanca presentaron mayores valores de SST en comparación con los frutos de la variedad rosa (Tabla 2). Los SST de manera general se asocian con los azúcares y, por lo tanto, con el dulzor de los frutos. En el caso de las toronjas, se recomienda que presenten valores de SST de al menos 5.5 para que sean considerados como frutos de buena calidad (Arpaia y Kader, 1999). Estos resultados sugieren que las tres variedades presentan una calidad aceptable. Respecto a la cantidad de ácido cítrico, el cual es un parámetro asociado con el sabor ácido característico del fruto, se observó que la variedad rosa exhibió un menor contenido en comparación con la roja y la blanca. Adicionalmente, la relación SST/acidez (Tabla 2) mostró que la variedad rosa presenta un índice mayor (15.88) en comparación con la roja y la blanca (13.42 y 14.77, respectivamente). Lo anterior sugiere que la variedad rosa podría tener mejor aceptación por parte de los consumidores. Con respecto al pH, en este caso no podría considerarse que está asociado al sabor ácido del fruto, ya que la variedad que mostró el menor pH presentó la menor cantidad de ácido cítrico, por lo que el bajo pH no es debido a la presencia de ácidos orgánicos, sino a otros metabolitos que acidifican el medio celular.

Por otra parte, la naringina extraída se cuantificó mediante HPLC-DAD utilizando la curva de calibración, con un coeficiente de determinación de 0.9998, un límite de detección de 1.48 mg/g y un límite de cuantificación de 2.47 mg/g, mostrada en la Figura 4. También, se logró corroborar su naturaleza química mediante la interpretación de sus espectros de RMN de ^{1}H, ^{13}C y bidimensionales. En la Figura 5 se muestra el espectro de ^{1}H de la naringina, de campo bajo a campo alto se observa la presencia de los protones aromáticos en un desplazamiento químico de entre 7.30 y 6.17 ppm. Así mismo, se observa la señal del protón en la posición 2 del flavonoide a 5.32 ppm y las señales correspondientes a los protones anoméricos de los azúcares a 5.24 y 5.10 ppm. También, se observa la presencia de los protones base

de oxígeno unidos a los azúcares de la naringina entre 3.93 y 3.16 ppm y se confirma la presencia de los protones α al grupo carbonilo y diastereotópicos de la posición 3 a un desplazamiento químico de 3.13 y 2.74 ppm. Por su parte, en el espectro de ^{13}C de la naringina (Figura 6), se observan 27 señales correspondientes a los carbonos presentes en la molécula. De campo bajo a campo alto en el espectro se observa la presencia del carbonilo a 197.1 ppm, seguida de la presencia de los carbonos aromáticos y al mismo tiempo unidos a oxígeno ente 165.1 y 157.7 ppm y de los carbonos aromáticos pertenecientes a los anillos A y B de la estructura del flavonoide entre 129.4 y 103.5 ppm. También, se muestran las señales de los carbonos correspondientes a las unidades de glucosa y ramnosa entre 101.2 y 60.9 ppm. Finalmente, a campo alto del espectro, se observan dos señales alifáticas, una correspondiente al C-3 a 42.6 ppm y la otra a 16.8 ppm perteneciente al grupo metilo (6´´´) de la ramnosa.

Con base a los resultados obtenidos de las distintas pruebas de extracción, se puede apreciar en el gráfico de superficie (Figura 7) que a la temperatura de 35 °C y a un tiempo de 10 minutos, se obtiene una concentración comparable a la obtenida a 55 °C y a también al tiempo de 10 minutos. En este sentido, el utilizar una temperatura más baja permite que el método sea más sencillo y amigable con el ambiente ya que requiere de menor consumo energético. Además, se logró una reducción muy significativa de 300 minutos en el método convencional (5 horas) a tan solo 10 minutos en la extracción asistida por ultrasonido, una extracción 30 veces más rápida. Finalmente, se extrajo y se cuantificó la naringina presente en las tres variedades, utilizando las mejores condiciones encontradas (35 °C y 10 minutos). Los resultados se muestran en la Figura 8, en donde se puede observar que la variedad rosa posee el mayor contenido de naringina con 63.9 ± 2.3 mg/g de albedo, seguido de la blanca con 45.0 ± 2.8 mg/g de albedo y por último la roja con 40.3 ± 2.3 mg/g de albedo.

Conclusiones

En conclusión, se logró optimizar la extracción de la naringina a partir del albedo de toronja mediante la extracción asistida por ultrasonido, encontrándose que, en tan solo 10 minutos y a una temperatura de 35 °C se obtiene una eficiencia de extracción superior a la técnica convencional (65 °C durante 300 minutos), lo que demuestra que la EAU es 30 veces más rápida que la convencional. Asimismo, se logró confirmar mediante espectroscopia de RMN de ^{1}H y ^{13}C la naturaleza química de la naringina extraída.

Con respecto a la calidad de los frutos, se observó que la variedad rosa presentó el menor contenido de ácido cítrico y una mayor relación SST/acidez, por lo que se podría considerar como la variedad de mejor calidad.

Finalmente, el análisis comparativo de la cantidad reveló que, entre las principales variedades cultivadas en México, la rosa posee el mayor contenido de naringina, por lo que vale la pena el cultivo de esta como una fuente relevante para la obtención de este importante compuesto.

Agradecimientos

Al fondo “Química Somos Todos 2023” de la Facultad de Química de la UAQ por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto.

Referencias bibliográficas

Arpaia, M. L. y Kader, A. A. (1999). Grapefruit. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Consultado el 03 de octubre de 2023. Obtenido de: https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=25&ds=798

Chen, R., Qi, Q-L., Wang, M-T., y Li, Q-t. (2016). Therapeutic potential of naringin: an overview. *Pharmaceutical Biology*, 54(12), 3203-3210. doi: 10.1080/13880209.2016.1216131

Khan, M. K., Huma, Z-H., y Dangles, O. (2014). A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33, 85-104. doi: 10.1016/j.jfca.2013.11.004

McGuire, R. G. (1992) Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.

Martínez-Coronado, M. F., Rodríguez-deLeón, E., Nuñez-Vilchis, A., Rodríguez-Ontiveros, A., y Bah, M. (2022). Síntesis parcial de citroflavonoides a partir de la naringina. *Revista Nthe*, edición especial, 58-66.

ONU. Organización de las Naciones Unidas. (2023). Consultado el 12 de agosto de 2023. Obtenido de: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Paini, J., Benedetti, V., Shivananda, S., Castaldi, M. J., Baratieri, M., y Patuzzi, F. (2022). Valorization of waste from the food production industry: a review towards an integrated agri-food processing biorefinery. *Waste and Biomass Valorization*, 13, 31-50. doi:10.1007/s12649-021-01467-1

Scurria, A., Sciortino, M., Albanese, L., Nuzzo, D., Zabini, F., Meneguzzo, F., Alduina, R., Presentato, A., Pagliario, M., Avellone, G., y Ciriminna, R. (2021). Flavonoids in Lemon and Grapefruit IntegroPectin. *ChemistryOpen*, 10, 1055-1058. doi: 10.1002/open.202100223

Tripoli, E., Guardia, M. L., Giammanco, S., Majo, D. D., y Giammanco, M. (2007). Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity, and nutritional properties: A Review. *Food Chemistry*, 104(2), 466-479. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.11.054

USDA. United States Department of Agriculture. (2022). Citrus: world markets and trade. Consultado el 18 de marzo 2023 Obtenido de: https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/

USDA. United States Department of Agriculture. (2022) Mexico: citrus annual. Consultado el 12 de mayo 2023 Obtenido de: https://www.fas.usda.gov/data/mexico-citrus-annual-7

Fotoánodos para degradación de contaminantes recalcitrantes del agua

Wendy Leilani Reséndiz Trejo[1], Dra. Teresa Ayala Ayala[2] y Dra. Irma Lucía Vera Estrada[3], Dr. Luis Arturo Godínez Mora-Tovar[4]

[1]Estudiante de Ingeniería Ambiental en la Universidad Tecnológica de Querétaro: 2021310050@uteq.edu.mx

[2]Investigador posdoctoral en el Centro de Investigación en Química para la Economía Circular (CIQEC): maria.teresa.ayala@uaq.mx

[3]Asesora de investigación en la Universidad Tecnológica de Querétaro: irma.vera@uteq.edu.mx

[4]Coordinador Académico del Centro de Investigación en Química para la Economía Circular (CIQEC), Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. luis.godinez@uaq.mx

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo la síntesis de fotoánodos activos en luz visible para la degradación de contaminantes emergentes en el agua, específicamente del colorante naranja de metilo, el cual es un producto tóxico en caso de ser ingerido y que afecta a diversos procesos, como la fotosíntesis. Una de las tecnologías empleadas en los Procesos de Oxidación Avanzada (POA) es el uso de semiconductores, en este caso se presenta el uso del Bi_2O_3. Este semiconductor es depositado sobre un fieltro de carbono mediante la técnica de Doctor Blade, el composito se usa para para la degradación del colorante debido a reacciones de reducción-oxidación. La degradación es evaluada por los procesos de foto-electrocatálisis y fotofenton en un reactor a escala laboratorio empleando iluminación visible para la decoloración del contaminante. Se presenta además la caracterización estructural de los materiales utilizados, realizada mediante las técnicas de difracción de rayos X, así como de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) que evidencian la heterounión del Bi_2O_3 con el fieltro de carbono para que se lleven a cabo las reacciones esperadas. Los resultados muestran que se obtuvo una decoloración del 76.36% por foto electrocatálisis en la solución del contaminante de estudio, lo que evidencia que la unión del material carbonoso y del semiconductor mediante un composito es una buena alternativa de solución a esta problemática ambiental.

Palabras clave: Foto-electrocatálisis, fotofenton, composito, contaminante recalcitrante.

Abstract

This project aims to synthesize photoanodes active in visible light to degrade emerging contaminants in water, specifically methyl orange dye, which is a toxic product if ingested and affects various processes, such as photosynthesis. Semiconductors are one of the technologies used in Advanced Oxidation Processes (AOP). In this work, we employ Bi_2O_3 deposited on carbon felt using the Doctor Blade technique. The composite is used for the degradation of the dye according to the reduction-oxidation reactions; the degradation is evaluated by the photo-electrocatalysis and photo-Fenton processes in a laboratory-scale reactor using visible lighting for the discoloration of the contaminant. The structural characterization of the composite by X-ray diffraction and Scanning Electron Microscopy (SEM) shows the heterojunction of Bi_2O_3 with the carbon felt so the expected reactions can be carried out. The results show a discoloration of 76.36% obtained by photoelectrocatalysis in the solution of the study pollutant, which shows that the union of the carbonaceous material and the semiconductor

through a composite is a good alternative solution to this environmental problem.

Key Words: Photo-electrocatalysis, photofenton, composite, recalcitrant pollutant

1. Introducción

La presente investigación se refiere a la síntesis de fotoánodos activos en luz visible para la degradación del colorante naranja de metilo, el cual está catalogado como un contaminante emergente por ser una "sustancia química que se detecta últimamente en las aguas y cuya presencia puede suponer un riesgo para el medio ambiente y salud humana" (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.a).

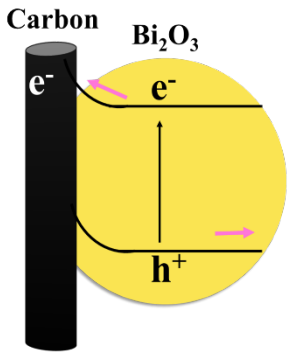
El interés por solucionar esta problemática ha llevado a que se realicen Procesos de Oxidación Avanzada (POA) mediante la utilización de semiconductores, entre los cuales se destaca el Bi_2O_3; ya que posee una amplia absorbancia en el rango ultravioleta-visible del espectro solar; así como excelentes propiedades físicas y químicas, además es un producto económico y de fácil adquisición. Para que se lleven a cabo las reacciones para la degradación de los contaminantes, es necesario que exista una fotogeneración del par electrón- hueco, en este caso fue logrado mediante un composito realizado con fieltro de carbono y Bi_2O_3; los cuales fueron evaluados en un reactor a escala laboratorio con iluminación visible.

El escalamiento en el diseño, fabricación y puesta a punta de estos materiales en reactores in situ presenta grandes retos. Por ello, el presente trabajo busca resolver la fotorecombinación de los pares electrón hueco de un semiconductor base bismuto al el cual al ser fotoactivado pueda separar las cargas y transferirlas al sustrato conductor carbonoso, así promoviendo las reacciones fotoelectrocatalíticas a través de diversos procesos (García, S; & Brillas, E; 2017).

2. Metodología

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, primero se debe recurrir a diversas fuentes bibliográficas que muestran las propiedades químicas del óxido de bismuto y del fieltro de carbono para llevar a cabo el proceso de foto-electrocatálisis de una manera satisfactoria, donde se busca que el cátodo (carbono) y el fotoánodo (Bi_2O_3) estén conectados eléctricamente (ver figura 1).

Figura 1. Esquema propuesto del composito a fabricar y la posible transferencia de cargas entre el semiconductor y el metal.

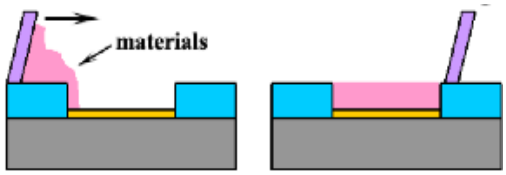


Fuente de la figura: Ayala, T. Centro de Investigación en Química para la Economía Circular (CIQEC).

La aplicación del β-Bi_2O_3 sobre los fieltros de carbono se llevó a cabo mediante la técnica de Doctor Blade (ver figura 2), un procedimiento sencillo y económico que no requiere de algún tipo de material o equipo especializado ya que solo se trata de impregnar la mezcla sobre la superficie del carbono "mediante cuchilla a una distancia fija del área que se necesita cubrir. Luego, la solución de recubrimiento se coloca frente a la hoja y la hoja se mueve en línea con la superficie, creando una película húmeda" (Cherrington, S; & Liang, J; 2016).Los mejores resultados se eligieron de manera selectiva por medio de foto electrocatálisis de acuerdo con su eficacia, contemplando aspectos como la cantidad de catalizador a utilizar, la adherencia al sustrato (fieltro de carbono) y la eficiencia de decoloración con base en la

absorbancia del colorante modelo mediante un proceso espectrofotométrico llevado a cabo en un reactor a escala laboratorio empleando iluminación visible, con presencia de oxígeno y manteniendo la agitación en la solución (ver figura 3). Dichos experimentos tuvieron una duración de 60 minutos, con toma de alícuota de 1 ml cada 10 minutos. La muestra se diluye con 1 ml de agua desionizada para su medición en el UV- Vis a una longitud de onda de 200-800 nm.

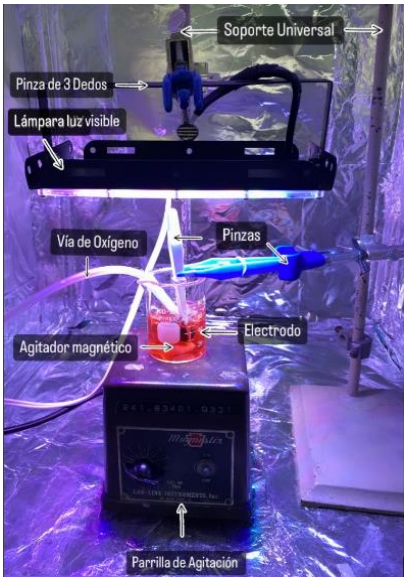
Figura 2. Aplicación de la técnica de deposición de material por Doctor Blade.



Fuente de la figura: Ayala, T. Centro de Investigación en Química para la Economía Circular (CIQEC)

Una vez elegida la mejor técnica aplicada a muestras de colorantes orgánicos, se realizó la caracterización estructural por microscopía electrónica de barrido (SEM) y difracción de rayos X (DRX) del compósito realizado. Posteriormente, se llevaron a cabo las pruebas con la adición de iones de hierro como catalizador (fenómeno fotofenton) en las reacciones para que finalmente, se determine la velocidad y la concentración de peróxido de hidrógeno basado en la metodología de Heisenberg (1943) generado para la degradación del contaminante en cada prueba de la experimentación.

Figura 3. Partes del sistema para las reacciones foto-electrocatalíticas y de fotofenton.



3. Resultados y discusión

3.1. Evaluación Fotocatalítica

Para evidenciar la importancia de la fotorecombinación de los pares electrón-hueco del semiconductor con el carbono para la degradación foto-electrocatalítica de los contaminantes, se realizaron los experimentos con el Bi_2O_3 y el fieltro carbonoso de manera aislada en presencia de Oxígeno (O_2) y nitrógeno (N_2) (Figuras 4 y 5, respectivamente), obteniendo una mínima degradación del naranja de metilo respecto al tiempo transcurrido, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de las pruebas de referencia tomadas como "blanco" para los experimentos fotocatalíticos.

Concepto	Tamaño	Masa Bi_2O_3 (mg)	Réplica	% Decoloración	Promedio Decoloración
Carbono O_2 con luz	2x4 cm	-	1	6.47	8.47
		-	2	10.48	
Carbono O_2 sin luz		-	1	17.28	13.88
		-	2	10.48	
Carbono N_2 con luz		-	1	2.26	7.12
		-	2	11.98	
Carbono N_2 sin luz		-	1	14.16	12.58
		-	2	11.01	
Polvo Bi_2O_3		100	1	6.91	6.76
			2	6.61	
		200	1	10.72	9.38
			2	8.07	
		500	1	46.57	47.72
			2	48.87	

En la Figura 6 se evidencia que 500 mg del semiconductor presentan una mayor actividad que las demás referencias tomadas como "blanco", degradando hasta un 47.72% del colorante.

Figura 4. Fieltro de carbono con O_2 en presencia y ausencia de luz.

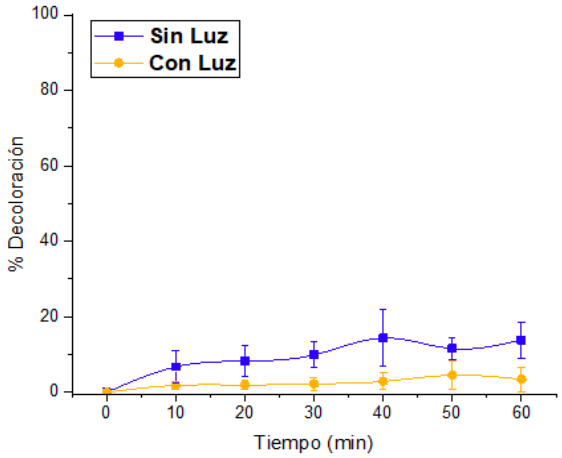


Figura 5. Fieltro de carbono con N_2 en presencia y ausencia de luz.

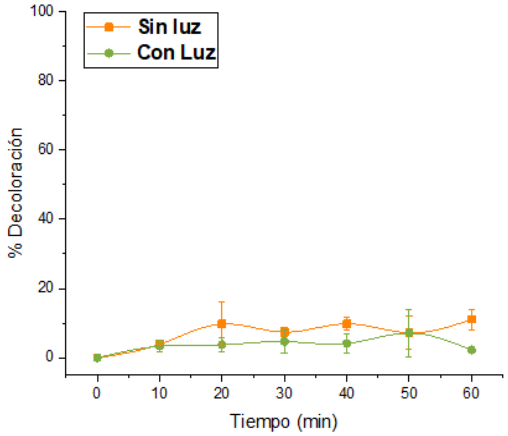
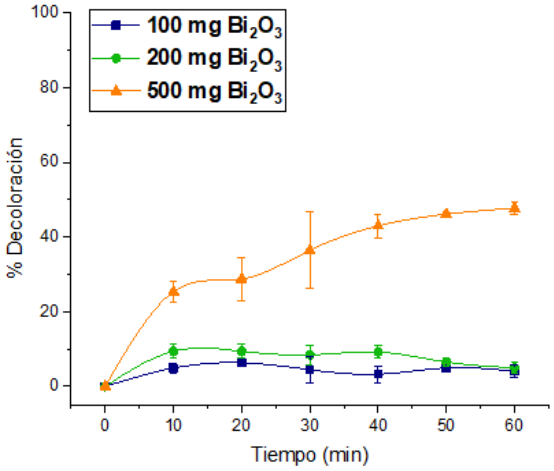


Figura 6. Cantidades del semiconductor Bi_2O_3 empleadas como "blanco" de referencia.



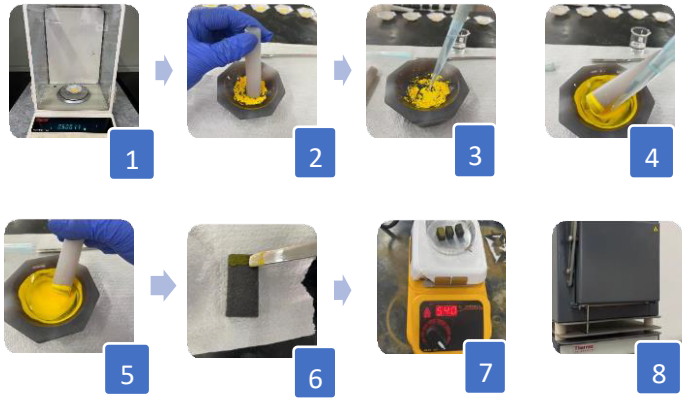
3.2. Síntesis de Fotoánodos por Doctor Blade

La aplicación del β-Bi_2O_3 sobre los fieltros de carbono se llevó a cabo mediante la técnica de Doctor Blade. Para las primeras pruebas, se diseñaron cátodos con un área de depósito de 1 cm^2, siguiendo la metodología para el tratamiento y deposito del material descrita a continuación (ver Figura 7):

1. Medir la masa (mg) necesaria de Bi_2O_3.
2. Triturar el Bi_2O_3 en un mortero hasta que quede un polvo muy fino.

3. Agregar el disolvente (etilenglicol, isopropanol o etanol) y verter hasta que se integren los materiales.
1. Añadir el aglutinante (tritón, glicerina, esmalte o silicón) poco a poco.
2. Mover hasta que quede una mezcla homogénea.
3. Depositar el material sobre uno de los lados del fieltro de carbono.
4. Secar por 1 hora sobre la parrilla de calentamiento a 200°C.
5. Calcinar a una temperatura de 300 °C durante 3 horas.

Figura 7. Representación gráfica del proceso para la elaboración de electrodos.



Se realizaron 12 pruebas con diferentes cantidades y tipos de solventes y coagulantes, así como diferentes métodos de depósito de la tinta sobre el fieltro de carbono, de las cuales, aplicando la mezcla con Bi_2O_3, etanol y tritón con ayuda de una espátula son las que tienen mejores resultados de decoloración de la solución y un menor desprendimiento del Bi_2O_3.

3.3. Evaluación Fotoelectrocatalítica

En los experimentos para la comparación de las degradaciones foto-electrocatalíticas se utilizaron 2 tamaños de fieltro de carbono: primero se comenzó con un tamaño de 1x1.5 cm, donde de acuerdo a los porcentajes de degradación, en la Figura 8 se observa que el electrodo con 500 mg de Bi_2O_3 fue el que presentó una mayor eficiencia foto-electrocatalítica con un 76.36%. Se considera que los demás experimentos presentan una menor respuesta debido a la falta del semiconductor o a la ausencia del mismo.

Tabla 2. Resultados de decoloración de los electrodos elaborados por la técnica de Doctor Blade con diferentes cantidades de Bi_2O_3.

Técnica	Masa Bi_2O_3 (mg)	Tamaño	Réplica	% Decoloración	Promedio Decoloración
Doctor Blande	100	1x1.5 cm	1	4.1	7.3
			2	3.2	
	200		1	22.75	66.2
			2	43.45	
	500		1	82.69	76.36
			2	70.03	

Figura 8. Representación gráfica de los porcentajes de decoloración obtenidos de la foto-electrocatálisis de los electrodos sintetizados con diferentes cantidades de Bi_2O_3.

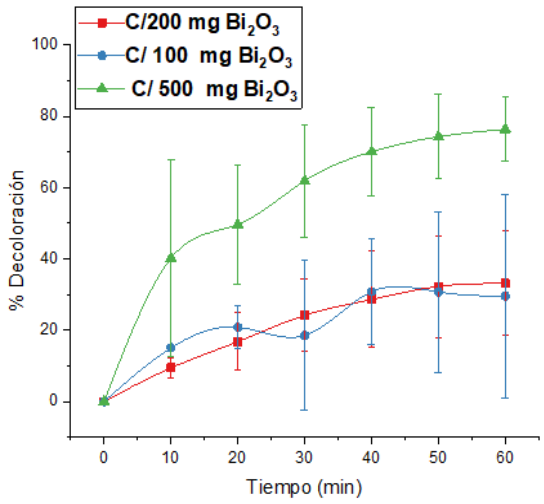
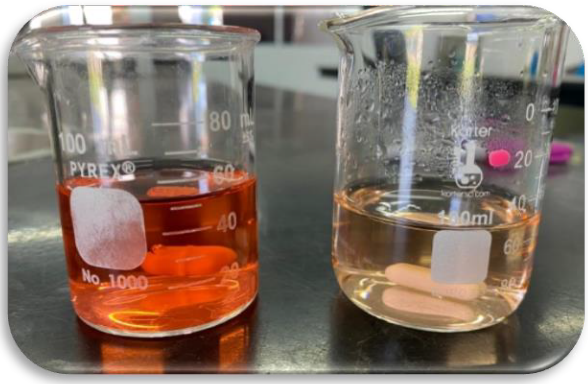
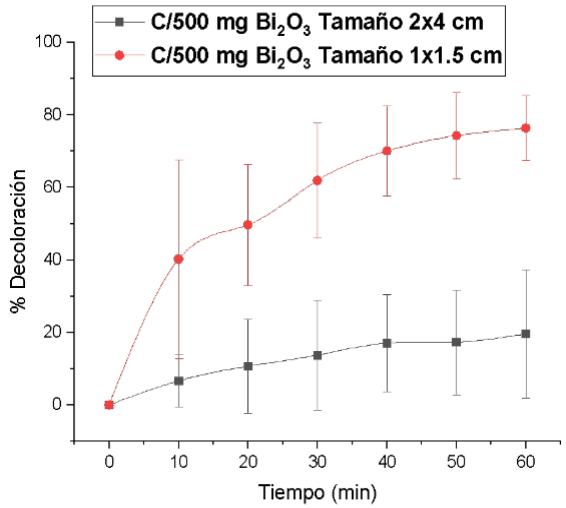


Figura 9. Solución de naranja de metilo al tiempo inicial (izquierda) y al tiempo final (derecha) del experimento fotoelectrocatalítico empleando un composito con 500 mg de Bi_2O_3.



Posteriormente, se utilizó un fieltro de carbono de un área de depósito de 2x4 cm, cuyo porcentaje de degradación del contaminante fue menor que el electrodo de 1x1.5 cm; se cree que fue debido a la poca impregnación del Bi_2O_3 en el centro del fieltro carbonoso, que mantiene limitada las reacciones de transferencia de cargas (ver figura 10).

Figura 10. Gráfico comparativo entre los tamaños de fieltro de carbono con 500 mg de Bi_2O_3 empleados en foto-electrocatálisis.

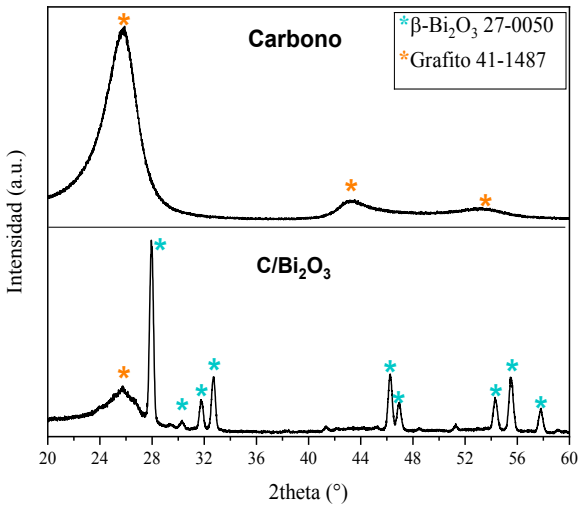


3.4. Caracterización estructural por difracción de Rayos X (DRX)

A través de la difracción de rayos X (DRX) fue posible identificar la composición cristalina del fieltro de carbono y del composito C/Bi_2O_3. En el difractograma mostrado en la figura 1, se observan los principales picos del grafito de acuerdo con la carta cristalográfica 41-1487.

Por otra parte, también se puede apreciar que cuando el material es impregnado con Bi_2O_3 se observan picos de difracción a ángulos mayores característicos del óxido de bismuto. Ambos materiales son representados en las cartas cristalográficas 41-1487 y 27-0050, respectivamente, de acuerdo con la *International Centre for Diffraction Data* (ICDD).

Figura 11. Difracción de rayos X (DRX) del fieltro de carbono y del composito C/Bi_2O_3.



3.5. Caracterización Microestructural por Microscopia Electrónica de Barrido (SEM)

La estructura de los filamentos alargados que componen el fieltro de carbono sin modificar se puede visualizar en las figuras 12 y 13 a una escala de 250X y 1500X. El carbono está compuesto por

fibras lisas, dispersados entre sí, como se observa en la imagen de SEM (ver figura 12), siendo esta una de las características más diferenciadas con otros materiales (Peceros, M. 2017).

Con las micrografías del composito C/Bi_2O_3 se evidencia el contacto entre el óxido de bismuto (nanopartículas de color claro) y el carbono (fibras de color oscuro).

Figura 12. Micrografía SEM del fieltro de carbono sin modificaciones con escala de 100 Y 20 µm con magnificación de 250X y 1500X.

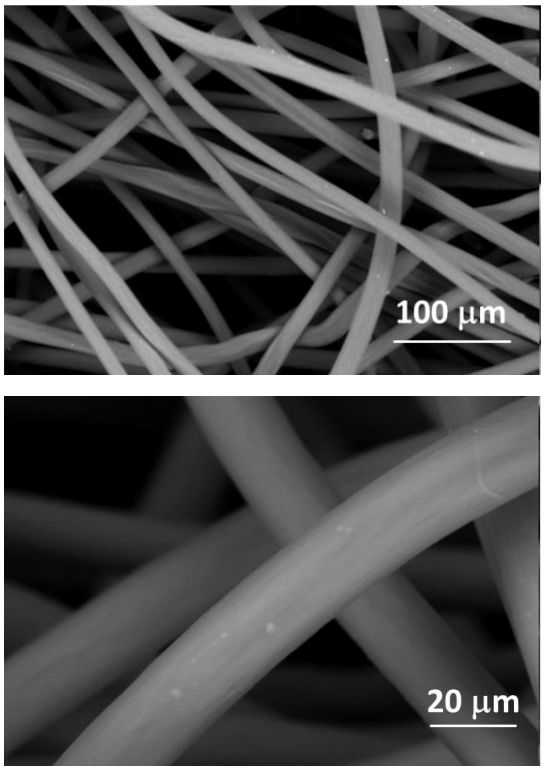
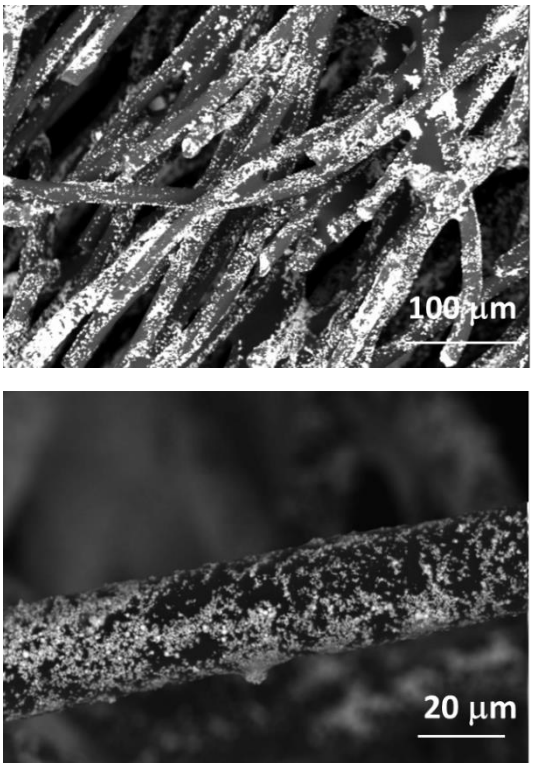


Figura 13. Micrografía SEM del composito C/Bi_2O_3 sin modificaciones con escala de 100 Y 20 µm con magnificación de 250X y 1500X.



3.6. Evaluación del Proceso de Fotofenton

A partir del electrodo con mayor eficiencia fotocatalítica, se realizaron los experimentos con la adición de la sal de hierro para la aceleración de las reacciones en la degradación del contaminante. En la tabla 3 se representan los porcentajes de decoloración obtenidos durante cada experimento con un fieltro de carbono de 1x1.5 cm, El mayor porcentaje de decoloración se obtuvo con una concentración de 20 ppm de Fe_2SO_4 agregado (ver figura 14).

Tabla 3. Cantidad de reactivos para la preparación de soluciones para el proceso de fotofenton

Nombre	Concentración [ppm]	Naranja de metilo [5 ppm]	H_2SO_4 pH= 3 (ml)	Fe_2SO_4 (ml)
C1	1	12.5 mL	37.125	0.375
C2	2		36.75	0.75
C3	5		32.81	4.68
C4	10		33.75	3.75
C5	20		18.75	18.75
C6	30		26.25	11.25
C7	50		18.75	18.75
C8	83.4		6.225	31.275

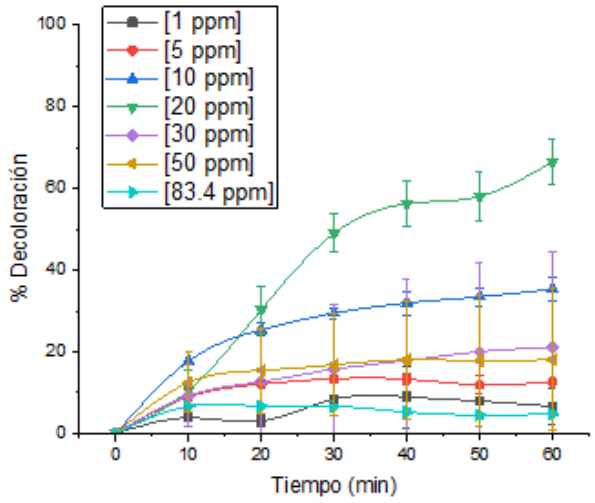
Una vez determinado este valor, se aumentó el tamaño del electrodo (2x4 cm) sometiéndose a la misma concentración de Fe_2SO_4, lo que resultó en el decremento del porcentaje de decoloración del naranja de metilo debido al incremento de área del electrodo (ver tabla 4).

Tabla 4. Resultados de decoloración con diferentes concentraciones de Fe_2SO_4

Nombre	Concentración Fe_2SO_4 [ppm]	Tamaño	Réplica	% Decoloración	Promedio Decoloración
C1	1	1X1.5 cm	1	14.35	11.72
			2	9.09	
C2	5		1	14.01	14.015
			2	14.02	
C3	10		1	33.15	35.335
			2	37.52	
C4	20		1	71.55	69.425
			2	67.3	
C5	30		1	37.74	21.195
			2	4.65	
C6	50		1	30.04	19.05
			2	8.06	
C7	83.4		1	6.82	6.88
			2	6.94	
C4	20	2x4 cm	1	21.96	13.78
			2	5.6	

En la Figura 14 se muestra el efecto de la adición de Fe^{2+} para la decoloración de naranja de metilo empleando el composito que mostro las mayores eficiencias. El proceso de remoción de colorante es fotofenton ya que se usa iluminación de luz UV y la fuente de Fe^{2+} para promover la generación de radicales hidroxilos causantes de la oxidación del contaminante. De acuerdo con los datos obtenidos, se afirma que la adición de sal de hierro no aumentó el porcentaje de decoloración de la solución con naranja de metilo con respecto al proceso de foto-electrocatálisis. El proceso fotofenton debe estudiarse en un proceso sistemático más extenso que no cubre los objetivos del presente trabajo. Se considera que la precisión de los porcentajes se debe a factores como cambios de temperatura del medio, control del depósito del oxido de bismuto y variaciones técnicas en la ejecución de la experimentación.

Figura 14. Porcentajes de decoloración obtenidos de las diferentes concentraciones en ppm de Fe_2SO_4 empleados



3.7. Determinación de peróxido de hidrógeno

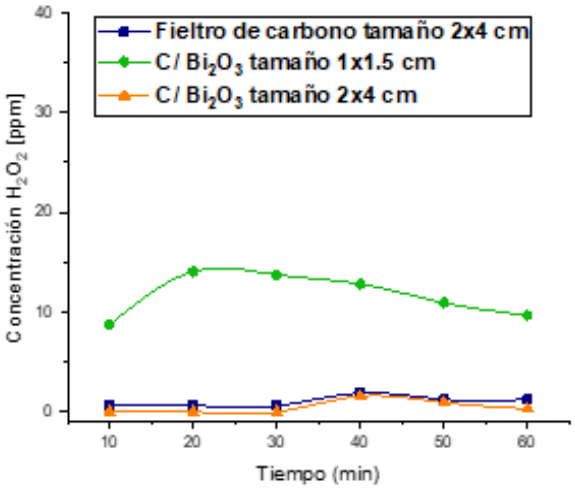
Para la determinación de H_2O_2, se siguió la metodología del autor Eisenberg, G. (1943) a partir de una curva de calibración con una solución madre: 100 ppm y donde las concentraciones calculadas fueron de 3, 5, 7, 10, 15, 20 y 30 ppm, aforadas a 50 mL con una solución amortiguadora a pH 3 (K_2SO_4 y H_2SO_4, 0.01 M). Para la medición espectrofotométrica se tomaron 4 ml de concentración + 1 ml $Ti(SO_4)_2$ (indicador) + 1 ml alícuota (cada 10 min), de los cuales se tomaban 3 ml para medición espectrofotométrica a una longitud de onda única a 408 nm. Se obtuvo que en el composito de C/Bi_2O_3 con 500 mg del

semiconductor tiene una mayor generación de H_2O_2.

Tabla 3. Concentraciones en ppm de H_2O_2 obtenidas de las pruebas experimentales

Nombre	Medida	Réplica	Concentración H_2O_2 [ppm]
Fieltro de Carbono	2x4	2	0.625
Carbono/ 500 mg Bi_2O_3	1x1.5	2	14.06
	2x4	1	1.56

Figura 15. Gráfico comparativo entre los tamaños de fieltro de carbono empleados en el proceso de determinación de H_2O_2



3.8. Cinética de la reacción

La velocidad de las reacciones se obtuvo a partir del cálculo de la concentración en mg/L de naranja de metilo de cada experimento para ser graficados bajo una cinética de reacción de segundo orden.

La representación gráfica de los resultados evidencia que el aumento en la decoloración de las soluciones utilizadas corresponde con la velocidad en la que se presentaban las reacciones para la degradación del contaminante en cada experimento realizado por categoría: blanco (Figura 16), foto-electrocatálisis (Figura 17) y fotofenton (Figura 18). El mayor resultado de la constante de velocidad de la reacción se obtuvo con el composito con 500 mg de Bi_2O_3 por medio de foto-electrocatálisis con un valor de 0.46608 $mol^{-1}L^{-1}s^{-1}$

Figura 16. Cinética de reacción de orden 2 para las pruebas de blanco o control evaluados por foto-electrocatálisis.

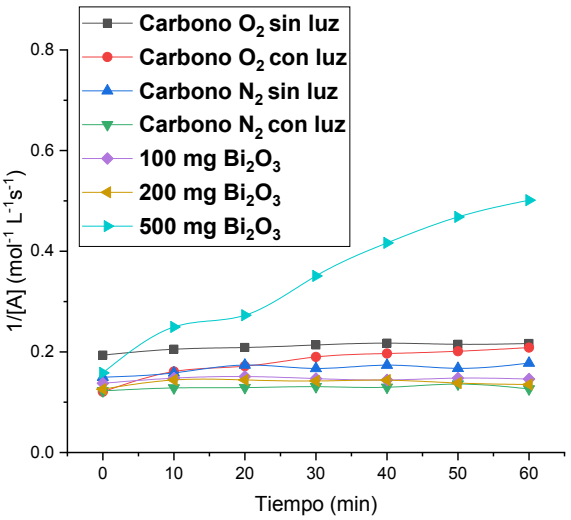


Figura 17. Cinética de reacción de orden 2 de los compositos con 100, 200 y 500 mg de Bi_2O_3 evaluados por foto-electrocatálisis.

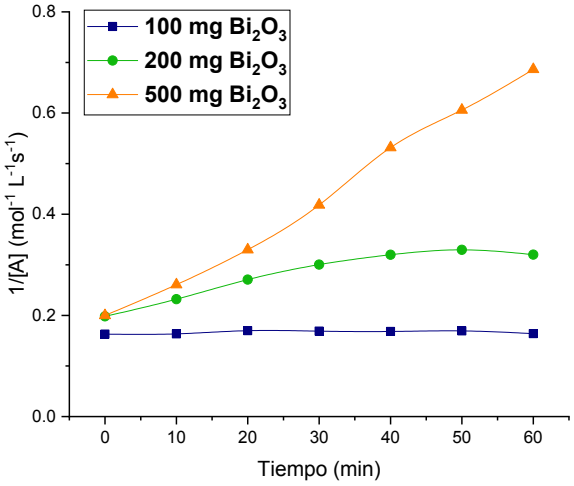


Figura 18. Cinética de reacción de orden 2 mediante el proceso de fotofenton con diferentes concentraciones de Fe_2SO_4 empleando C/Bi_2O_3 (500 mg-Doctor Blade).

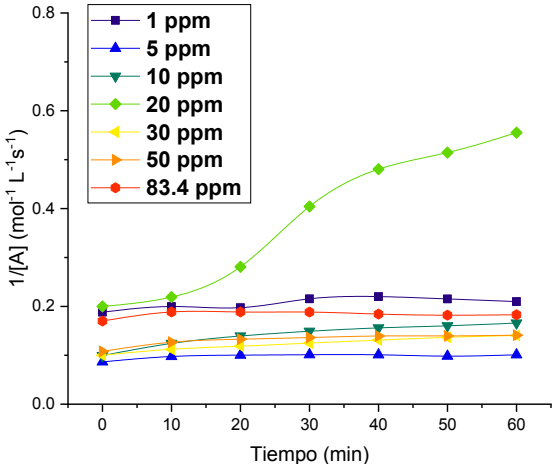
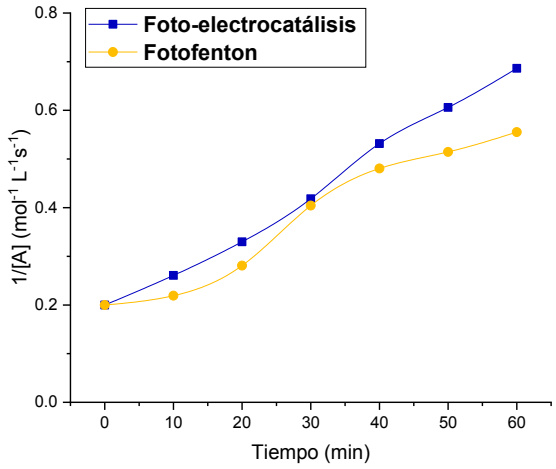


Figura 19. Cinética de reacción de orden 2 para la comparación por foto-electrocatálisis (500 mg-Doctor Blade) y fotofenton (20 ppm Fe_2SO_4)



4. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se logró el diseño e implementación de la fabricación de compositos C/Bi_2O_3 la cual es potencialmente escalable por su viabilidad económica y procesamiento. La unión de los materiales mediante un composito es una buena alternativa de solución a la problemática de la contaminación del agua. Finalmente, la foto-electrocatálisis es un proceso de mejora continua, , en este trabajo los porcentajes de decoloración obtenidos fueron eficientes, ya que, además de que se cuentan con altos valores de decoloración (76.36%), presentan un comportamiento lineal, lo que permite seguir trabajando en el proyecto para su escalamiento.

5. Bibliografía

Cherrington, S; & Liang, J; (2016). Researchgate.net. Materials and Deposition Processes for Multifunctionality. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/301253498_Materials_and_Deposition_Processes_for_Multifunctionality

García, S; & Brillas, E; (2017). Applied photoelectrocatalysis on the degradation of organic pollutants in wastewaters. Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. https://doi.org/10.1016/j.jphotochemrev.2017.01.005

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s/a). Contaminantes Emergentes. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/contaminantes-emergentes.html

Peceros, M. (2017). Universidad Católica de Santa María Escuela de Postgrado. Elaboración y Caracterización de Electrodos Híbridos Polipirrol/Fe_3O_4 y su aplicación en el Tratamiento de un efluente Industrial Textil. Tesis para obtener el grado de Maestría. Recuperado de: https://core.ac.uk/download/pdf/198124711.pdf

Sánchez, S. Plazas, J. (2022). Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Facultad de Ingeniería. Remoción de Naranja de Metilo disuelto por medio de fotocatálisis con nanopartículas de TiO_2 y radiación solar. Recuperado de: https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/55244/25683.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://openstax.org/books/chemistry-2e/pages/12-4-integrated-rate-laws

Biomarcadores taxonómicos de la microbiota intestinal en la depresión

Torres Fernández, Gabriela Montserrat[1-2]; Álvarez Martínez Roberto Carlos[1-3].

[1]Laboratorio de Biología Cuantitativa y Sistemas Complejos, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto. Carr. a Chichimequillas S/N, Ejido Bolaños, Querétaro, Qro. 76140, México.

[2]E-mail: gtorres15@alumnos.uaq.mx

[3]E-mail: roberto.alvarez@uaq.edu.mx

Resumen

El trastorno depresivo mayor (MDD, por sus siglas en inglés), es una de las enfermedades mentales más comunes en la actualidad y con una gran complejidad para su tratamiento debido a diversos factores que pueden favorecer al desarrollo y curso de este trastorno. Actualmente se ha planteado el impacto que puede tener la microbiota intestinal en el desarrollo del MDD debido al efecto de su metabolismo en la producción de sustancias neurológicamente activas necesarias para un funcionamiento normal del cerebro, el cual se puede ver afectado cuando existe una alteración de la microbiota. Por ello en este estudio se buscó caracterizar la composición y los perfiles funcionales de la microbiota intestinal de pacientes con MDD antes y después de un tratamiento con antidepresivos basándonos en secuencias del gen 16S del ARNr. Encontramos que disminuye significativamente la diversidad alfa en MDD en comparación de los CS y que la composición (diversidad beta) no difiere significativamente entre MDD y CS. Sin embargo, se realizó un análisis lineal de discriminante de tamaño de efecto (LEfSe, por sus siglas en inglés) con el objetivo de encontrar posibles biomarcadores en el MDD, como el caso de *Eggerthella*. Este tipo de hallazgos nos proporcionan información sobre el impacto de la microbiota intestinal en el MDD, la cual puede ser utilizada para mejorar los tratamientos de este trastorno.

Palabras clave

Depresión, microbiota intestinal, diversidad bacteriana, eje microbiota-intestino-cerebro, biomarcadores taxonómicos.

Abstract

Major depressive disorder (MDD) is one of the most common mental illnesses today, and it presents a significant complexity in its treatment due to various factors that can contribute to the development and course of this disorder. Currently, there is a growing understanding of the potential impact of the gut microbiota on the development of MDD, attributed to its influence on the metabolism in the production of neurological active substances crucial for the normal functioning of the brain, which can be disrupted when there is an alteration in the microbiota. Therefore, this study aimed to characterize the composition and functional profiles of the gut microbiota in MDD patients before and after antidepressant treatment, based on sequences of the 16S rRNA gene. We found a significant decrease in alpha diversity in MDD compared to CS, and that the composition (beta diversity) did not differ significantly between MDD and CS. However, a linear discriminant analysis effect size (LEfSe) was used to identify biomarkers in MDD, such as *Eggerthella*. These findings offer valuable insights into how the intestinal microbiota affects MDD, and this knowledge can be utilized to improve the treatment of this disorder.

Keywords

Depression, gut microbiota, bacterial diversity, microbiota-gut-brain axis, taxonomic biomarkers.

Introducción

El trastorno depresivo mayor (MDD, por sus siglas en inglés), es una condición médica donde los individuos afectados sufren anomalías en el estado de ánimo (estado de ánimo bajo o deprimido), en los cuales se presenta una disminución del interés en actividades que antes resultaban placenteras (anhedonia), sentimiento de culpa, además de cambios en funciones cognitivas y psicomotoras, como falta de energía, concentración, trastornos del sueño, cambios en su apetito y pensamientos suicidas (Bains & Abdijadid, 2022, Fava & Kendler, 2000). Tan solo en 2021 se estimó que 280 millones de personas alrededor del mundo padecen de este trastorno, causando cerca de 700 000 muertes por suicidio al año (World Health Organization. 2021), en México se estima que 3.6 millones de personas adultas lo padecen, donde el 1% de los casos son severos (Servicios de Atención Psiquiátrica, 2022).

El MDD se considera una condición recurrente de por vida en muchos casos, en la cual, la recuperación se considera para pacientes que ya no presentan síntomas y han recuperado su función normal. Estos casos de recuperación se observan generalmente después de un lapso de 12 meses con tratamiento. Sin embargo, cuando los episodios depresivos se extienden a un periodo de 2 a 6 años, la proporción de pacientes que se recupera es mucho menos conforme los años aumentan, con una tasa de recuperación del 17% formando un trastorno incapacitante y crónico. Gran parte de que el pronóstico del MDD sea desfavorable, se debe a la resistencia que se genera a los tratamientos (antidepresivos), se estima que el 30% de los pacientes no responde al tratamiento por lo que esta resistencia se asocia a una mayor gravedad y recurrencia de la enfermedad (Dong et al., 2022).

La causa del MDD es multifactorial, donde factores biológicos, psicológicos, genéticos y el contexto en el que la persona se desenvuelve, puede influenciar en el desarrollo del MDD. Sin embargo, para poder entender la fisiopatología del MDD, es necesario destacar que no es solo un trastorno mental, sino también una enfermedad fisiológica debido a que surgen cambios cerebrales a nivel de neurotransmisores, deterioro de la neurogénesis, anormalidades en los los circuitos neuronales y disminución de la neuroplasticidad. Por lo que se han propuesto diferentes hipótesis que intentan explicar la fisiopatología del MDD: Hipótesis de las monoaminas, la inflamación crónica, la disfunción del eje hipotálamo-pituitario-adrenal (HPA) y la disfunción del eje cerebro-intestino. Esta última hipótesis está directamente influenciada por la microbiota intestinal (conjunto de bacterias, arqueas, hongos, virus, etc. que colonizan el tracto gastrointestinal) debido a que mantiene una estrecha relación con la mucosa intestinal, teniendo una serie de funciones metabólicas, inmunológicas y de comunicación de señales. Dentro de estas funciones, se ha planteado que la microbiota puede desempeñar un papel importante en el sistema nervioso, mediante su participación en el eje microbiota-intestino-cerebro, el cual está compuesto por el sistema nervioso central (SNC), el sistema neuroendocrino y neuroinmune, el sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático), el sistema nervioso entérico y la microbiota (Liang et al., 2018). Estas conexiones las puede llevar a cabo gracias a la secreción sustancias neurológicamente activas: como es el caso de ácido gamma-aminobutírico (GABA, por sus siglas en inglés), 5-HT (serotonina), NE (noradrenalina) y DA (dopamina), además de metabolitos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y el ácido betahidroxibutírico, cuales se ven influenciadas por los cambios en composición de la microbiota intestinal, que al existir una disbiosis en la microbiota intestinal se tienen como consecuencia alteraciones en la regulación epigenética y de expresión génica de receptores mediadores que están involucrados en los trastornos depresivos. Estas sustancias neurológicamente activas son de gran importancia para el desarrollo de MDD, comenzando por GABA, que es un transmitir inhibidor clave en el SCN, el cual puede ser secretado por ciertas cepas de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, y si existiera una modificación en sus vías de transmisión podría desarrollar desórdenes de ansiedad y MDD. Por otro lado, el 90% de la 5-HT es sintetizada en el intestino,

por lo que la microbiota es de suma importancia para su producción así como la asignación de metabolitos relevantes para su síntesis como el caso del triptófano, que es su precursor. De igual manera, el 50% de la DE se establece en el intestino y especies como *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, entre otras, contribuyen en su liberación (Zalar et al., 2018). Como se mencionó anteriormente, la disminución de estos neurotransmisores conlleva a la aparición de síntomas antidepresivos, los cuales pueden disminuir cuando hay una microbiota alterada (Liang et al., 2018). Otra forma en que la microbiota puede afectar el curso del MDD es mediante su efecto sobre los antidepresivos, debido a que la microbiota intestinal puede interaccionar con estos fármacos, alterando su funcionamiento, de tal forma que se ha reportado que ciertos antidepresivos pierden eficacia cuando existe una microbiota intestinal alterada o por otro lado, algunos antidepresivos poseen un efecto bactericida, lo que puede provocar cambios cambios en las comunidades bacterianas (Lukić et al., 2019).

Actualmente existen varios estudios que describen la diversidad de la microbiota intestinal de pacientes con MDD. Sin embargo, los resultados son variables debido a la falta de homogeneidad entre los estudios. Aún así, los estudios de diversidad microbiana nos generan información importante sobre qué poblaciones microbianas pueden estar asociadas con el MDD, así como la diversidad que se encuentra en personas sanas. La diversidad microbiana la podemos estudiar por diversidad alfa (α) y beta (β), esta primera se calcula por el número de especies en relación con la abundancia de las especies dentro de una muestra y la segunda, cuantifica la similitud o distancia de especies entre múltiples muestras. Se ha determinado que en personas saludables, la diversidad alfa es más alta por lo que se esperaría que en pacientes con MDD está se viera reducida (Nikolova et al., 2021).

Para el estudio de la diversidad microbiana se han desarrollado diversas herramientas bioinformáticas que buscan generar una asociación entre la microbiota y los padecimientos, que además de estudiar la abundancia de grupos bacterianos, se están buscando otro tipo de aproximaciones, como es el caso de los biomarcadores taxonómicos de la microbiota, ya que las comunidades microbianas pueden ser utilizadas como biomarcadores de factores del huésped, ya sea en su estilo de vida o en enfermedades como es el caso del MDD, lo cual ha sido cada vez más utilizado conforme las tecnologías de secuenciación han ido en aumento. Estos biomarcadores pueden ser únicos y correlacionarse con los fenotipos de las enfermedades. Una de las herramientas bioinformáticas más utilizadas para la obtención de biomarcadores es el análisis lineal de discriminante de tamaño de efecto (LEfSe, por sus siglas en inglés) desarrollado por Segata et al. (2011). Este enfoque identifica las características, que pueden ser organismos, unidades taxonómicas operativas (OTUs), genes o funciones, que tienen una alta probabilidad de explicar las diferencias entre clases. Esto se logra mediante la combinación de pruebas de significancia estadística con pruebas adicionales que evalúan la consistencia biológica y la relevancia del efecto de estas características.

En este trabajo se buscó describir la diversidad microbiana de pacientes con MDD en comparación con personas sanas sin MDD, e identificar si existen cambios en la microbiota después de la administración de antidepresivos en pacientes con MDD así como predecir biomarcadores taxonómicos de la microbiota que puedan explicar las diferencias entre los pacientes con MDD y personas saludables.

Metodología

Todos los códigos utilizados para la realización de los siguientes análisis se pueden consultar en: https://github.com/gabrielatof/tesis.

Material de estudio

En este trabajo se incluyeron las secuencias del gen 16S del ARNr de los 63 pacientes hospitalizados y diagnosticados con MDD y los 30 controles saludables (CS) del trabajo publicado de Dong et al. (2022). Los archivos SRA (Sequence Read Archive)

sin procesar se extrajeron de la NCBI Short Read Archive, bajo el ID BioProject PRJNA778934. Los sujetos de este estudio eran de la misma localidad (Chengdu, China) y con características similares: edad (18 a 45 años), hábitos alimenticios (no veganos ni vegetarianos), sin enfermedades ni comorbilidades (no enfermedades cardiovasculares, endocrinas, metabólicas o digestivas), sin abuso de alcohol y/o drogas, ni ingesta de antibióticos y/o probióticas, así como registro de infecciones microbianas 6 meses antes del estudio. Los pacientes con MDD recibieron tratamiento con antidepresivos por 8 semanas, antidepresivos del tipo inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina e inhibidores de la recaptación de serotonina y norepinefrina.

Se seleccionaron aleatoriamente 30 muestras de pacientes con MDD antes del tratamiento con antidepresivos con su respectiva muestra después del tratamiento, con el objetivo de tener el mismo número de muestras que los CS. Los archivos se descargaron con la herramienta "SRA Toolkit".

Procesamiento de datos con DADA2

Los archivos se procesaron en R v.4.2.2 utilizando el paquete de "DADA2" v.1.28.0. El primer paso fue filtrar y recortar las secuencias para obtener secuencias completas sin ruido, para poder construir la tabla ASV (Amplicon Sequence Variant) de estas secuencias. Después se eliminaron las secuencias quiméricas de la tabla generada, y al objeto resultante se le asignó la taxonomía mediante las secuencias de referencia de la base de datos Silva v.138.1.

Análisis del microbioma de pacientes con MDD y los CS

Los análisis de diversidad microbiana se realizaron de igual manera en R , a partir de un objeto de tipo phyloseq, el cual se genera fusionando la tabla de ASV sin las secuencias quiméricas y las secuencias con la asignación taxonómicas. Para realizar los análisis se utilizaron los siguientes paquetes: "phyloseq" v.42.0, "Biostrings" v. 2.66.0, "ggplot2" v. 3.4.1, "tidyverse" v. 2.0.0, "DT" v.0.28, "vegan" v.2.6-4, "microbiome" v. 1.20.0, "ggpubr" v.0.6.0, "kableExtra" v.1.3.4., "microbiomeMarker" v.1.6.0., y "knitr" v.1.44. Antes de realizar los análisis, se realizó un control de calidad mediante dos tipos de filtrado: filtrado de la taxa a un umbral de 1e-5 y un filtrado de las muestras con menos de 500 lecturas.

La diversidad alfa de las muestras se midió según las especies observadas, los índices de diversidad Chao1, Simpson y Shannon y se realizaron pruebas Wilcoxon. Por otra parte, la diversidad beta se obtuvo mediante un análisis de escalado multidimensional no métrico (NMDS, por sus siglas en inglés) usando la distancia Bray-Curtis y un análisis de similaridad ANOSIM para determinar la significancia estadística de la diferencias en la diversidad beta en los grupos obtenidos por el NMDS. Se graficaron los géneros y familias bacterianas de cada grupo de datos con la intención de tener una mejor visualización de qué taxa está teniendo una mayor abundancia. Así mismo, se realizó un análisis LEfSe para determinar posibles grupos bacterianos que actúan como biomarcadores, que difieren en abundancia y ocurrencia entre los grupos de muestras (MDD y CS). Para todas las pruebas de LEfSe se utilizó un nivel de significancia alfa de 0.05 y un umbral de tamaño del efecto de 2.

Resultados

Calidad de las secuencias

Las curvas de rarefacción mostraron una buena cantidad de riqueza en función al número de lecturas de la muestra, lo cual indica que la profundidad de secuenciación fue suficiente para obtener todas las especies bacterianas tanto de las muestras de CS y pacientes con MDD (Fig. 1).

El MDD está asociado con una disminución en la diversidad alfa

La diversidad alfa que fue estimada por las especies observadas, los índices de diversidad Chao1, Simpson y Shannon (Fig. 2), mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) para las especies observadas ($p = 0.0314$) e índice de Chao ($p = 0.0377$), observándose que hay una disminución significativa en la diversidad alfa de los pacientes con MDD en comparación con los CS.

Por otra parte, no se encontraron cambios significativos en la diversidad alfa de los pacientes con MDD antes y después del tratamiento con antidepresivos para ninguno de los índices de diversidad (Fig. 3), lo que indica que la administración de antidepresivos no tuvo ningún efecto en el aumento o disminución de la diversidad alfa.

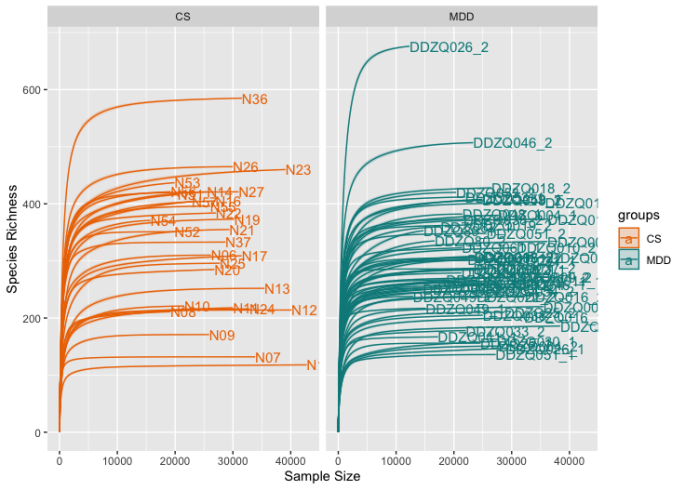


Figura 1. Curva de rarefacción de todas las muestras. Se separa por grupos de pacientes con MDD (cian) y CS (naranja).

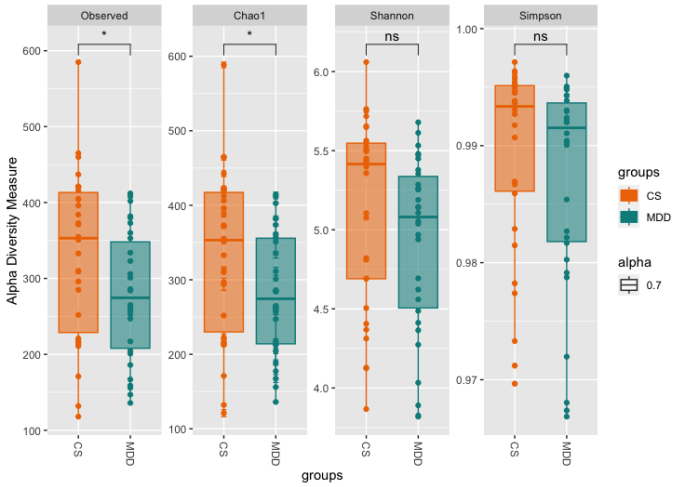


Figura 2. Diversidad alfa de todas las muestras. La diversidad alfa se midió por especies observadas (Observed), índice de Chao (Chao1), Shannon y Simpson, que se representa gráficamente para pacientes con MDD (cian) y CS (naranja). Las pruebas estadísticas mostraron diferencias significativas (*) para los índices de las especies observadas (p = 0.0314) e índice de Chao1 (p = 0.0377) y no significativas (ns) para Shannon (p = 0.0797) y Simpson (p = 0.1194).

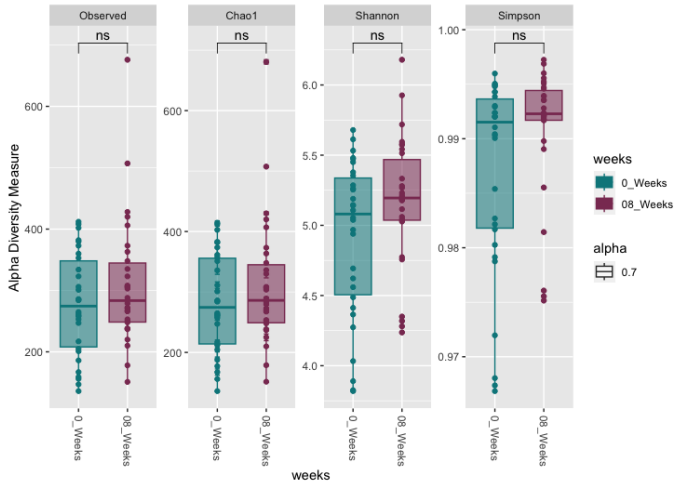


Figura 3. Diversidad alfa de pacientes con MDD. La diversidad alfa se midió por especies observadas (Observed), índice de Chao (Chao1), Shannon y Simpson, que se representa gráficamente para pacientes con MDD en la semana 0 (cian) y en la semana 8 (cereza). Las pruebas estadísticas no mostraron diferencias significativas (ns) para las especies observadas (p = 0.3516), índice de Chao (p = 0.4317), Shannon (p = 0.1266) y Simpson (p = 0.1159).

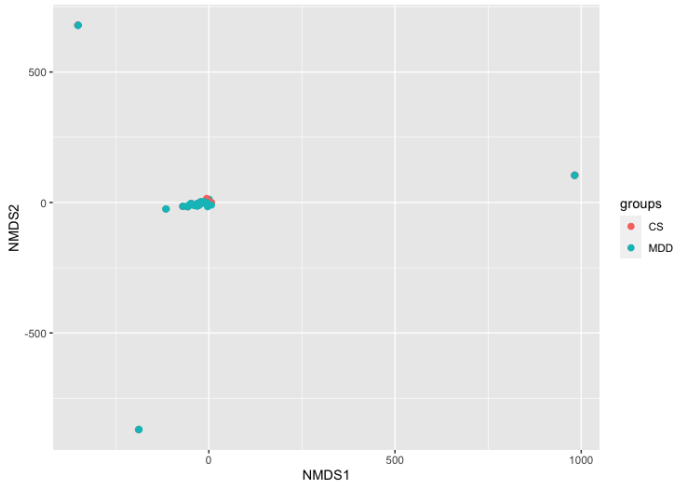


Figura 4. Diversidad beta de todas las muestras de acuerdo a un NMDS basado en la distancia Bray-Curtis. Los pacientes con MDD se representan con círculos cian y los controles saludables con círculos naranjas. No se encontraron diferencias significativas en la similitud probada por ANOSIM (p = 1).

Estructura general de las comunidades bacterianas de pacientes con MDD y CS

Se aplicó un NMDS y ANOSIM para obtener la disimilaridad de la composición de la microbiota entre los grupos de pacientes con MDD antes del tratamiento y CS (Fig. 4), El NMDS no mostró diferencias en la composición, lo cual se confirmó

con el ANOSIM (p=1). Estos resultados indican que la microbiota intestinal de los pacientes con MDD no difiere significativamente de los CS. Grafica las abundancias relativas de familias y géneros de la microbiota intestinal de pacientes con MDD antes del tratamiento y CS (Fig. 5).

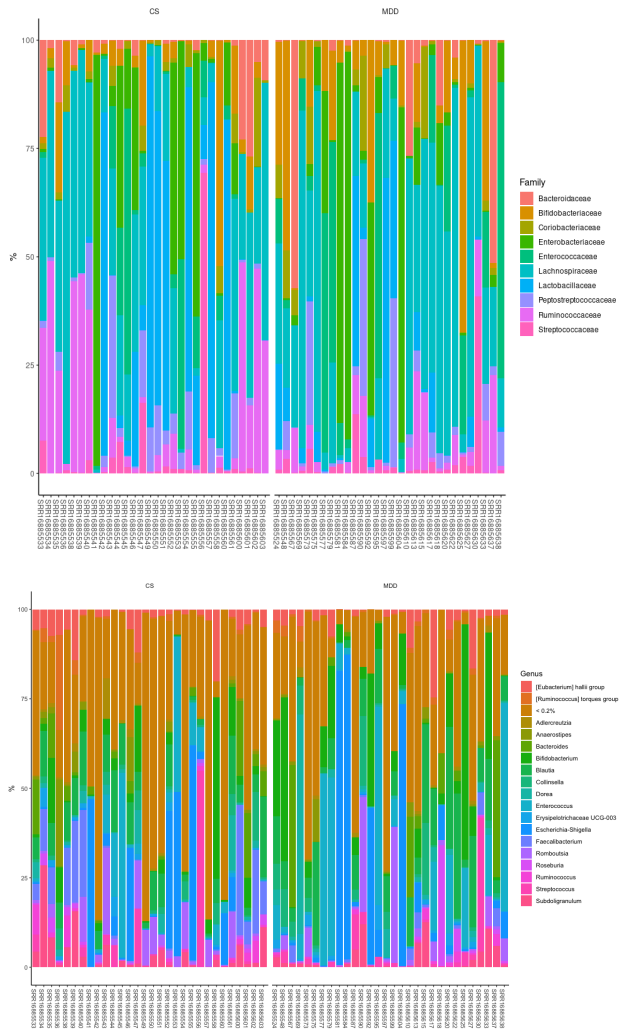


Figura 5. Diferencias taxonómicas en la microbiota intestinal de CS y pacientes con MDD en la semana 0 del tratamiento. Comparación de la abundancia relativa en nivel de familia (a;10 familias más abundantes) y género (b).

A nivel de familia bacteriana hubo 9 diferencias de las más familias abundantes entre los pacientes con MDD y CS, donde las familias Enterococcaceae, Bifidobacteriaceae, Ruminococcaceae, Bacteroidaceae y Coriobacteriaceae fueron mayores en los pacientes con MDD que en los CS. Por otra parte, la familia Lactobacillaceae, Enterobacteriaceae, Peptostreptococcaceae y Streptococcaceae fueron mayores en los CS que en los pacientes con MDD (Fig. 5a). Por otra parte, a nivel de género, las abundancias de *Escherichia-Shigella*, *Eubacterium hallii* group y *Romboutsia* fueron mayores en los CS que en los pacientes con MDD, contrario a *Blautia*, *Enterococcus* y *Bifidobacterium* que tuvieron mayor abundancia en los pacientes con MDD que en CS. Así mismo se encontró que los géneros *Bacteroides*, *Collinsella* y *Dorea* tienen una mayor abundancia en MDD debido a que se encuentran en los 10 géneros más abundantes, lo cual no ocurre con CS (Fig. 5b).

El tratamiento con antidepresivos genera cambios en la composición de la microbiota intestinal

Probamos de igual manera un NMDS y ANOSIM para conocer si existía una diferencia significativa en la diversidad beta en los pacientes con MDD antes y después del tratamiento. Esto lo probamos a diferentes niveles filogenéticos y encontramos que a nivel de género existe una diferencia significativa ($p = 0.03$) en la microbiota intestinal de los pacientes con MDD a diferentes tiempos (Fig. 6), sugiriendo que la administración de antidepresivos tiene un efecto sobre la diversidad beta a nivel de género.

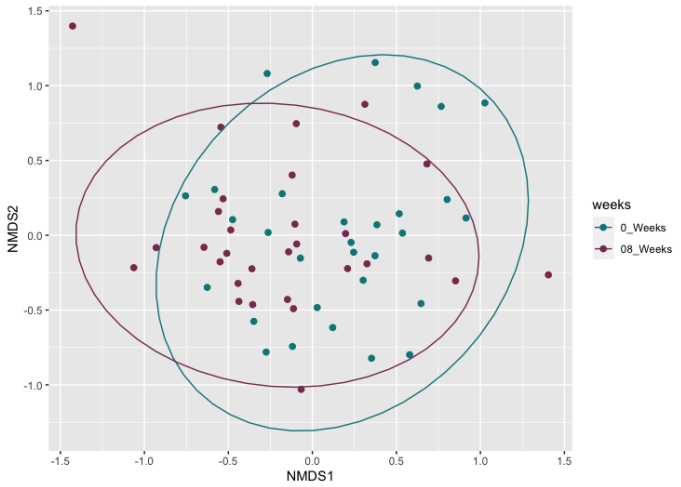


Figura 6. Diversidad beta a nivel de género de acuerdo a un NMDS basado en la distancia Bray-Curtis de las muestras de pacientes con MDD en la semana 0 (cian) y 8 (ciruela) del tratamiento. Se encontraron diferencias significativas en la similitud probada por ANOSIM ($p = 0.03$, $R = 0.048$).

Después se graficaron las abundancias relativas de los diferentes taxones de la microbiota intestinal de pacientes con MDD antes del tratamiento y CS a nivel de género y familia (Fig. 5).

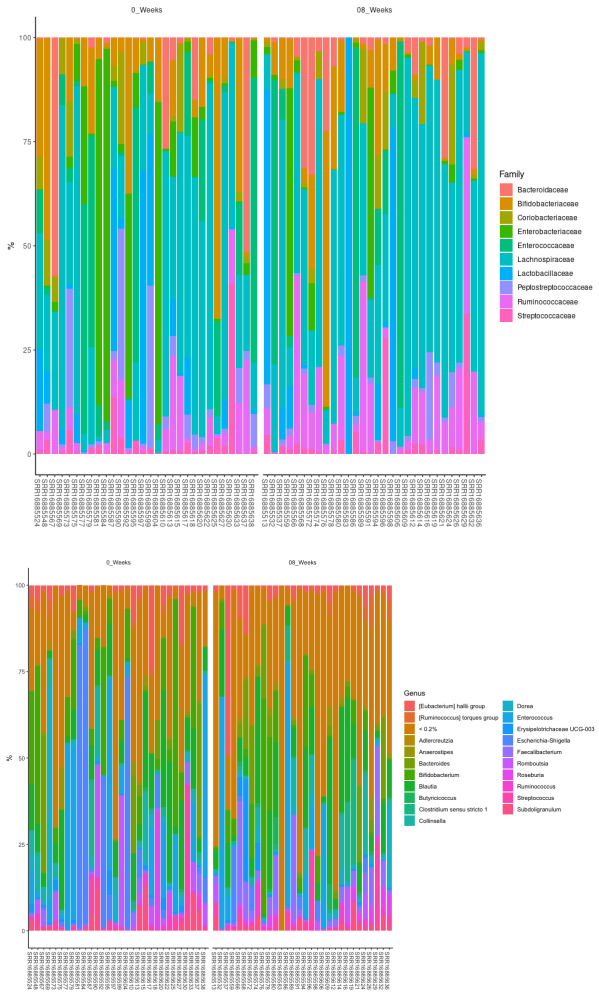


Figura 7. Diferencias taxonómicas en la microbiota intestinal de pacientes con MDD en la semana 0 y 8 del tratamiento. Comparación de la abundancia relativa en nivel de familia (a;10 familias más abundantes) y género (b).

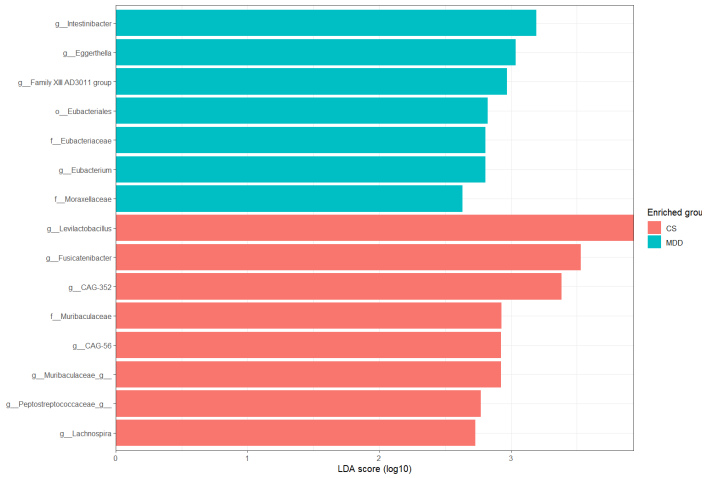
A nivel de familia, después del tratamiento con antidepresivos se observó un aumento de Ruminococcaceae, Bifidobacteriaceae, Lactobacillaceae, Bacteroidaceae, Coriobacteriaceae, Prevotellaceae, Streptococcaceae y Clostridiaceae, mientras que la proporción de Enterococcaceae disminuyó (Fig. 7a), esto únicamente dentro de las 10 familias más abundantes en MDD. Por otra parte, a nivel de género, hubo un aumento para *Blautia*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium halli* group y *Collinsella* en la semana 8 del tratamiento, mientras que *Enterococcus* disminuyó su proporción a comparación de la semana 0. Además, aumentaron su proporción *Faecalibacterium*, *Agathobacter*, *Pediococcus* y *Prevotella* en la semana 8, desplazando a otros géneros bacterianos dentro de los 10 géneros más abundantes, como *Escherichia-Shigella*, *Romboutsia*, *Dorea* y *Lactiplantibacillus* (Fig. 7b).

Biomarcadores taxonómicos de la microbiota intestinal en MDD

El análisis de LEfSe se utilizó para identificar grupos bacterianos clave que expliquen las diferencias entre los pacientes con MDD antes del tratamiento y los CS. A nivel de orden, solo MDD obtuvo un marcador de microbioma que fue Eubacteriales. Para familias, Eubacteriaceae y Moraxetella fueron más abundantes en MDD y Muribaculaceae en CS. Y a nivel de género, *Intestinibacter*, *Eggerthella* y *Eubacterium* fueron los más abundantes en MDD, mientras que *Levilactobacillus*, *Fusicatenibacter*, *Muribaculum*, *Peptostreptococcus* y *Lachnospira* fueron los más abundantes en los CS , lo que está contribuyendo a las diferencias en la microbiota intestinal entre los pacientes con MDD y los CS (Fig. 8).

Siguiendo con el mismo análisis, ahora lo probamos con MDD antes y después del tratamiento con antidepresivos, para conocer las taxas dominantes que contribuyen a las diferencias entre la microbiota intestinal de estos dos grupos. Encontramos a nivel de filo que Patescibacteria tiene una mayor abundancia en los pacientes con MDD en la semana 0 (antes del tratamiento) y el filo Desulfobacteria en los pacientes en la semana 8 (después del tratamiento). A nivel de clase solo se encontró una abundancia significativa que fue de Negativicutes en el grupo de la semana 8. La abundancia de los órdenes de Lactobacillales, Saccharimonadales, Actinomycetales fue mayor en la semana 0, y Acadaminococcales en la semana 8. A nivel de familia, Enterobacteriaceae Entrococcaceae, Saccharimonadaceae, Actinomycetaceae, Burkholderiaceae y Saccharimonadaceae fueron más abundantes en la semana 0 y Butyricicoccaceae,

Acidaminococcaceae y Sutterellaceae fueron más abundantes en la semana 8. Para género, *Escherichia-Shigella*, *Enterococcus*, *Lactiplantibacillus*, *Roseburia*, *Eubacterium ventriosum* group, *Actinomycetes*, *Burkholderia-Caballeronia-Paraburkholderia*, *Saccharimonadales* fueron los más abundantes durante a semana 0, mientras que *Faecalibacterium*, *Agathobacter*, *Fusicatenibacter*, *Butyricicoccus*, *Phascolarctobacterium*, *Tyzzerella*, *Parasutterella* los más abundantes de la semana 8 (Fig. 9).



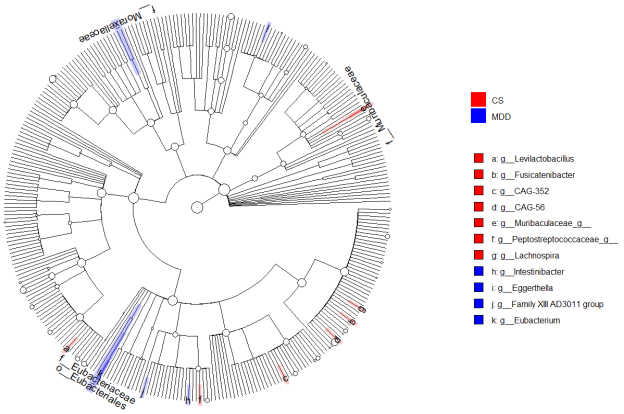


Figura 8. Análisis de LEfSe de los biomarcadores taxonómicos de la microbiota intestinal de los CS y pacientes con MDD en la semana 0. a) los taxones enriquecidos antes del tratamiento MDD (cian) y CS (naranja) están calificados con una puntuación del LDA positiva. Solo se muestran los taxones que cumplen con el umbral LDA > 2. b) El Cladograma muestra las diferencias de las abundancias relativas de 4 niveles (filo, orden, familia y género) entre MDD (azul) y CS (rojo).

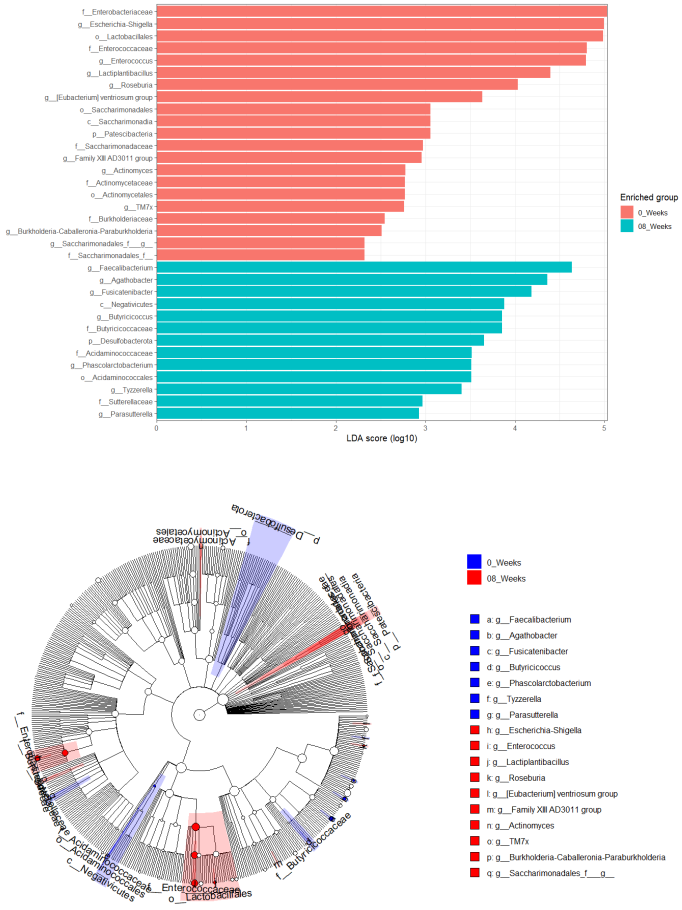


Figura 9. Análisis de LEfSe de los biomarcadores taxonómicos de la microbiota intestinal de los pacientes con MDD en la semana 0 y 8. a) los taxones enriquecidos antes del tratamiento (naranja) y a las 8 semanas del tratamiento (cian) están calificados con una puntuación del LDA positiva. Solo se muestran los taxones que cumplen con el umbral LDA > 2. b) El Cladograma muestra las diferencias de las abundancias relativas de los 5 niveles (filo, clase, orden, familia y género) entre MDD antes (azul) y después del tratamiento (rojo). Los círculos rojos significan que hay una diferencia relativa entre ambos grupos.

Discusión y conclusiones

El MDD es un trastorno complejo, en el cual, diversos factores están involucrados en su desarrollo y curso de la enfermedad, entre ellas la microbiota intestinal (Zalar et al., 2018). En este estudio pudimos comprobar que existen ciertas alteraciones en la microbiota intestinal cuando se presenta el MDD, como fue la disminución de la diversidad alfa en los pacientes con MDD en comparación con los CS. Este resultado fue el esperado debido a que se ha

reportado que la diversidad alfa tiende a disminuir cuando existe alguna enfermedad, como el caso de desórdenes psiquiátricos (Nikolova et al., 2021). Al tener una menor variedad de especies microbianas presentes en el organismo, puede traer una serie de problemas, como pérdida de funciones o alteración de la homeostasis intestinal que puede traer consigo problemas con el sistema inmune generando disfunciones fisiológicas de la microbiota intestinal que conlleva a la disfunción del eje microbiota-intestino-cerebro (Yoo & Mazmanian, 2017).

Aunque no encontramos diferencias significativas en la diversidad beta entre los pacientes con MDD y CS, pudimos observar que el género más abundante de los CS fue *Escherichia-Shigella*, siendo un hallazgo importante debido a que se ha reportado que especies pertenecientes a estos géneros como *Escherichia coli* contribuyen a la liberación de la DE que se establece en el intestino (Zalar et al., 2018), además que este género se encuentra en menor proporción en los pacientes con MDD en la semana 0 y disminuye aún más después de la semana 8 del tratamiento con antidepresivos. Se ha reportado que antidepresivos como la desipramina (antidepresivo tricíclico) tiene una actividad antibacteriana y reductora del crecimiento que en pruebas *in vitro E. coli* ha resultado una de las bacterias más sensibles a este fármaco (Ait Chait et al., 2020). Sin embargo, ninguno de los pacientes tuvo un antidepresivo tricíclico en su tratamiento. De igual manera, encontramos que los pacientes con MDD en la semana 0 tenían una proporción menor de *Faecalibacterium* que los CS, siendo un resultado esperado ya que se ha demostrado que posee cierto tipo de protección contra la depresión porque esta bacteria tiene un fuerte efecto antiinflamatorio en la microbiota intestinal, que es lo contrario a lo que se observa en la depresión que es asociada a una respuesta inflamatoria crónica (Ye et al., 2021). De manera inesperada, se encontró dentro de las 10 familias más abundantes en MDD a Lactobacillaceae, esto debido a que cepas pertenecientes a esta familia se asocian con efectos probióticos. Ciertos estudios sugieren que este hallazgo se puede deber especies de esta familia tengan un efecto diferencial (Nikolova et al., 2021). Estos resultados indican que sí existen cambios y alteraciones dentro de la microbiota intestinal de pacientes con MDD en comparación con los CS.

Se quiso determinar si la microbiota sufría cambios una vez que los pacientes con MDD se trataron con antidepresivos por 8 semanas. Encontramos que existen diferencias significativas a nivel de género, y observando la abundancia relativa se percató que hubo un aumento del género *Blautia* después del tratamiento con antidepresivos, lo cual un aumento de este género se ha visto relacionado con una disminución de los síntomas depresivos en pacientes con MDD (Ye et al., 2021). *Bifidobacterium* también aumentó después del tratamiento, resultando esto beneficioso para los pacientes con MDD debido a que esta bacteria se relaciona con la secreción de GABA además de tener efecto positivo sobre el estrés y la depresión (Zalar et al., 2018), y *Faecalibacterium* tuvo un aumento después del tratamiento, y como mencionamos anteriormente esta bacteria tiene efectos benéficos sobre el MDD. Este tipo de resultados nos puede indicar que el tratamiento con antidepresivos puede promover la reconstrucción de la microbiota intestinal, al favorecer el aumento de la abundancia de bacterias beneficiosas.

Los resultados del análisis LEfSe mostraron que el género *Levilactobacillus* y *Fusicatenibacter* era significativamente más abundante en los CS, mientras que *Intestinibacter* y *Eggerthella* eran los más abundantes en pacientes con MDD. Este análisis sugiere que *Intestinibacter* y *Eggerthella* como biomarcadores en MDD. *Eggerthella* se ha asociado con el desarrollo de MDD debido a relación con inflamación gastrointestinal y el agotamiento del butirato, que es un AGCC, que es clave para el mantenimiento de la mucosa intestinal y reducción de la inflamación (Nikolova et al., 2021). *Intestinibacter* por su lado no se ha demostrado que tenga un efecto para el desarrollo del MDD. Para el caso de los pacientes con MDD en la semana 8 del tratamiento, LEfSe arrojó una mayor abundancia significativa del género *Faecalibacterium*, género

que está relacionado con la producción de butirato y tener un efecto antiinflamatorio, el cual podría funcionar como biomarcador en de que existe una respuesta eficaz al tratamiento contra MDD debido a una recuperación de la microbiota intestinal.

En conclusión, este trabajo demuestra que el MDD está relacionado con la microbiota intestinal debido a alteraciones que surgen en comparación con los CS. Los antidepresivos que fueron utilizados en los pacientes con MDD del trabajo de Dong et al. (2022) muestran un efecto al promover la recuperación de la microbiota al aumentar la abundancia de ciertas bacterias con efectos antiinflamatorios. LEfSe puede ser útil para proponer biomarcadores taxonómicos de la microbiota el MDD, que son útiles para mejorar el diagnóstico o monitorear una correcta respuesta al tratamiento. *Eggerthella* puede usarse como biomarcador para el MDD y *Faecalibacterium* como biomarcador para comprobar que el antidepresivo utilizado está teniendo una respuesta positiva sobre el paciente. Sin embargo, se necesitan estudios futuros que puedan seguir validando estos biomarcadores debido a la falta de información que se tiene sobre el efecto de algunas bacterias que tienen una gran abundancia en el MDD.

Agradecimientos

Gracias al Programa **20205007011001**, del Fondo para el desarrollo del Conocimiento (FONDEC-UAQ-2022) por el apoyo económico brindado para la realización de este proyecto, así como al Laboratorio de Biología y Sistemas Complejos por el espacio y equipo de cómputo brindado para la realización de este proyecto.

Referencias bibliográficas

Ait Chait, Y., Mottawea, W., Tompkins, T. A., & Hammami, R. (2020). Unravelling the antimicrobial action of antidepressants on gut commensal microbes. Scientific Reports, 10(1), 17878. https://doi.org/10.1038/s41598-020-74934-9

Bains N & Abdijadid S. (2022). *Major Depressive Disorder. In: StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559078/

Dong, Z., Shen, X., Hao, Y., Li, J., Xu, H., Yin, L., & Kuang, W. (2022). Gut microbiome: A potential indicator for predicting treatment outcomes in major depressive disorder. *Frontiers in Neuroscience*, 16. https://doi.org/10.3389/fnins.2022.813075

Fava, M., & Kendler, K. S. (2000). Major depressive disorder. *Neuron*, 28(2), 335-341. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)00112-4

Liang, S., Wu, X., Hu, X., Wang, T., & Jin, F. (2018). Recognizing Depression from the Microbiota–Gut–Brain Axis. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(6), 1592. https://doi.org/10.3390/ijms19061592

Lukić, I., Getselter, D., Ziv, O., Oron, O., Reuveni, E., Koren, O., & Elliott, E. (2019). Antidepressants affect gut microbiota and Ruminococcus flavefaciens is able to abolish their effects on depressive-like behavior. *Translational Psychiatry*, 9(1), 133. https://doi.org/10.1038/s41398-019-0466-x

Nikolova, V. L., Smith, M. R. B., Hall, L. J., Cleare, A. J., Stone, J. M., & Young, A. H. (2021). Perturbations in Gut Microbiota Composition in Psychiatric Disorders: A Review and Meta-analysis. *JAMA psychiatry*, 78(12), 1343–1354. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2021.2573

Segata, N., Izard, J., Waldron, L., Gevers, D., Miropolsky, L., Garrett, W. S., & Huttenhower, C. (2011). Metagenomic biomarker discovery and explanation. *Genome biology*, 12, 1-18.

Servicios de Atención Psiquiátrica. (2022). *2º Diagnóstico Operativo de Salud Mental y Adicciones*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/730678/SAP-DxSMA-Informe-2022-rev07jun2022.pdf

Radjabzadeh, D., Bosch, J. A., Uitterlinden, A. G., Zwinderman, A. H., Ikram, M. A., van Meurs, J. B. J., Luik, A. I., Nieuwdorp, M., Lok, A., van Duijn, C. M., Kraaij, R., & Amin, N. (2022). Gut microbiome-wide association study of depressive symptoms. Nature Communications, 13(1), 7128. https://doi.org/10.1038/s41467-022-34502-3

World Health Organization. (2021). *Depression*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression

Ye, X., Wang, D., Zhu, H., Wang, D., Li, J., Tang, Y., & Wu, J. (2021). Gut microbiota changes in patients with major depressive disorder treated with vortioxetine. Frontiers in psychiatry, 12, 641491.

Yoo, B. B., & Mazmanian, S. K. (2017). The Enteric Network: Interactions between the Immune and Nervous Systems of the Gut. *Immunity*, 46(6), 910–926. https://doi.org/10.1016/j.immuni.2017.05.011

Zalar, B., Haslberger, A., & Peterlin, B. (2018). THE ROLE OF MICROBIOTA IN DEPRESSION - A BRIEF REVIEW. *Psychiatria Danubina*, 30(2), 136–141.

MEDICIÓN DE IL-18 COMO BIOMARCADOR DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDAD RENAL SUBCLÍNICA EN ADULTOS JÓVENES.

De la Fuente Ortega José Ángel (1), Reyes Valderrama Mariana (1), Noriega Jiménez Edith (1), Olivares Moreno Leticia lizzet (1), Rodriguez Sánchez Erendira Guadalupe (1), Cuellar Nuñez Mardey Liceth (1), Rodriguez González Sarahi (1), Pérez Serrano Rosa Martha (1), Zaldivar Lelo de Larrea Guadalupe (1)

(1) Universidad Autónoma de Querétaro, Campus la Capilla.
Facultad de Medicina en calle Clavel #200, colonia Prados de la capilla. C.P. 76176
Teléfono: 442 192 1200 Extensión: 6200 o 6201

RESUMEN

La enfermedad renal se caracteriza por la aparición silenciosa de sintomatología; en México, se encuentra entre las primeras 10 causas de mortalidad general en el IMSS. En la última década, se ha presentado en pacientes jóvenes.

Es de suma importancia realizar una búsqueda de indicios tempranos como IL-18 (indicador de lesiones tubulares agudas) que se observó elevada de 2 a 3 veces más en pacientes con ER a comparación de los sanos. Mediante ELISA, analizaremos 96 muestras para poder identificarla; sumado al cálculo de TFG para asociar ambas con ER.

El análisis de confianza dio como resultado 2.44149 y un margen de error de 0.05. El informe sobre las letras de unión mostró la letra A por lo que no hay una diferencia significativamente entre grupos (G2 (con 2751.6000), G1 (con 2271.3333) y G3 (con 2092.2500)).

G2 con respecto a G3, tuvo una diferencia de 659,3500 con una de P de 0.6268. Ahora, con respecto al G1, tuvo una diferencia de 480,2667 con una P de 0.8339. G1 con respecto al G3 tuvo una diferencia de 824,4269 con una P de 0.9743.

Con esto, podemos concluir que los valores de IL-18 no tuvieron un cambio significativo entre los 3 grupos ya que no tiene la sensibilidad necesaria para pacientes con alteraciones en el EGO ni con alteración leve de TFG. Sin embargo, se identificaron 15 jóvenes aparentemente sanos y que tuvieron alteraciones de TFG o presencia de proteinuaria, lo cual permite una intervención oportuna, antes de que la enfermedad siga progresando.

PALABRAS CLAVE

Enfermedad renal, enfermedad renal subclínica, interleucina 18 (IL-18), diagnóstico temprano, tasa de filtrado glomerular (TFG), México, adultos jóvenes, insuficiencia renal crónica.

SUMMARY

It is crucial to search for early indicators like IL-18, which was found to be elevated 2 to 3 times more in patients with kidney disease compared to healthy individuals. We analyzed 96 samples using ELISA to identify IL-18 levels, and we also calculated Glomerular Filtration Rate (GFR) to associate both with kidney disease.
The confidence analysis resulted in 2.44149 with a margin of error of 0.05. The union letter report showed the letter A, indicating that the groups (G2, G1, and G3) are statistically similar.

Comparing G2 to G3, there was a difference of 659.3500 with a p-value of 0.6268. When comparing G1 to G3, there was a difference of 480.2667 with a p-value of 0.8339. Lastly, when comparing G1 to G3, there was a difference of 824.4269 with a p-value of 0.9743.

In conclusion, IL-18 values did not show a significant change among the three groups, indicating it lacks the sensitivity required for patients with alterations in the General Urine Examination (EGO) or mild GFR alterations. However, we identified 15 apparently healthy young individuals with GFR alterations, allowing for timely intervention before the disease progresses.

KEY WORDS

Kidney disease, subclinical kidney disease, interleukin 18 (IL-18), early diagnosis, Glomerular Filtration Rate (GFR), Mexico, young adults, chronic kidney disease.

INTRODUCCIÓN

El riñón tiene la función de eliminar del cuerpo los materiales de desecho que se han ingerido o producido en el metabolismo, es un órgano que tiene múltiples funciones cómo la excreción de productos metabólicos de desecho (urea, creatinina, ácido úrico, bilirrubina), sustancias químicas extrañas; regulación de los equilibrios hídricos y electrolítico; regulación de la osmolaridad del líquido corporal y de las concentraciones de los electrolitos; regulación de la presión arterial (secreción de renina); regulación del equilibrio ácido-básico; regulación de la producción de eritropoyetina; secreción, metabolismo y excreción de hormonas (forma activa de la vitamina D); gluconeogénesis. La unidad funcional del riñón es la nefrona, en donde se realizan los procesos de filtración, reabsorción, secreción y excreción, lo que permite la formación de la orina (Figura 1). En nefropatías o insuficiencia renal aguda estas funciones se interrumpen y aparecen anomalías en los volúmenes del líquido corporal y su composición (Guyton, 2017).

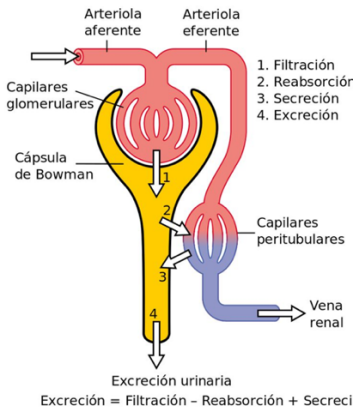


Figura 1. Nefrona con las 4 funciones básicas del riñón.

La enfermedad renal (ER) aparece silenciosamente en el escenario de la salud, creando un conjunto de síntomas inadvertidos que con el tiempo llevan a un diagnóstico tardío y, en consecuencia, a un tratamiento que se limita a aliviar los efectos superficiales de una patología que ha avanzado irremediablemente. En el contexto mexicano, la ER se encuentra entre las principales causas de mortalidad registradas en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), ocupando el octavo puesto en las estadísticas de defunciones entre los varones de edad productiva, mientras que se llega al sexto lugar en la lista de causas de muerte entre las mujeres. (Mendez-Durán A et al, 2008) Esta enfermedad crónica reduce la esperanza de vida hasta aproximadamente un 50% (Ferris, ME et al, 2016). Tradicionalmente, ha sido una enfermedad que afecta predominantemente a mayores de 60 años y que encuentra su raíz en factores de riesgo previsibles como la hipertensión, la diabetes y la obesidad (Lorenzo-Conde MB et al, 2006). Sin embargo, la última década ha dado paso a un fenómeno inquietante: la enfermedad renal está afectando a un número creciente de jóvenes (Xu X et al, 2016).

El creciente número de defunciones de pacientes jóvenes a causa de la enfermedad renal (ER) ha generado una inquietante alarma que exige una respuesta inmediata (Mendez-Durán A. et al, 2008). Este fenómeno genera una búsqueda exhaustiva de indicios relacionados con la enfermedad, centrándose tanto en biomarcadores de alta precisión, como la IL-18, como en la identificación y evaluación de los factores de riesgo asociados a esta afección. Esta tarea

adquiere una importancia crítica, ya que su detección temprana puede marcar una diferencia en la vida y bienestar de quienes están en riesgo (Ferris, ME et al, 2016). Detectar a tiempo la presencia de la ER en sus etapas más incipientes, se está en condiciones de ofrecer a los pacientes la oportunidad de recibir un tratamiento oportuno y efectivo (Zhang WR et al, 2019). Esta intervención temprana no solo puede ralentizar o frenar el avance de la enfermedad, sino que también puede cambiar el curso de sus vidas, brindándoles una mejor calidad de vida y una mayor esperanza de un futuro saludable y próspero. Es precisamente por este motivo que la investigación activa en este campo, respaldada por la búsqueda de biomarcadores y la identificación de factores de riesgo, se convierte en una prioridad en la lucha contra la enfermedad renal (ER) (Komada T et al, 2018).

Este aumento en las tasas de mortalidad entre pacientes jóvenes a causa de la enfermedad renal ha servido para llevar a cabo una investigación en la población de adultos jóvenes residentes en el estado de Querétaro. En su gran mayoría, estos individuos forman parte activa de la comunidad académica de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro; a lo largo de un periodo de investigación que se extendió por aproximadamente un año.

Estudios preclínicos han demostrado que IL-18 es indicador de lesiones agudas a nivel tubular y tiene un papel importante en la activación de macrófagos. Su efecto se ha estudiado en ratones con insuficiencia renal aguda, necrosis, etc. (Zhang WR et al, 2019). Se encontraron concentraciones séricas de IL-18 de 2 a 3 veces más en pacientes con enfermedad renal a comparación de los pacientes sanos (Yong K et al, 2018). La IL-18 se libera en respuesta a la inflamación y el estrés en el riñón, y su aumento puede reflejar procesos patológicos que afectan a este órgano (ver figura 2). Estudios clínicos han demostrado que la medición de los niveles de IL-18 puede ser útil en la detección temprana de daño renal y en la evaluación de la gravedad de la lesión renal. Además, la IL-18 también se ha relacionado con el pronóstico y la progresión de enfermedades renales (Parikh, C.R. et al, 2004).

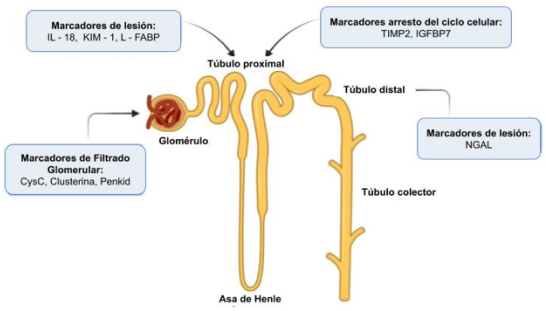


Figura 2. Nefrona que ejemplifica la localización donde se producen algunos de los biomarcadores más importantes del riñón.

METODOLOGÍA

El presente trabajo es un estudio observacional, analítico y transversal realizado en 152 pacientes de entre 18 a 35 años de edad aparentemente sanos, a quienes se les realizó una historia clínica y se clasificaron según su tasa de filtrado glomerular y su EGO. En el grupo 1 se colocaron los paciente con TFG normal y EGO sin alteraciones, en el grupo 2 los paciente con TFG alterada o proteinuria, y en el grupo 3 los paciente con TFG normal y EGO con alteraciones diferentes a la proteinuria,. Posteriormente se tomó una muestra de cada uno de los grupos para cuantificar IL-18 por medio de ELISA por duplicado.

RESULTADOS

Se contó con la participación de 152 participantes que cumplieron con los criterios de inclusión y que firmaron el consentimiento informado. De estos, 112 fueron mujeres y 40, hombres (figura 3).

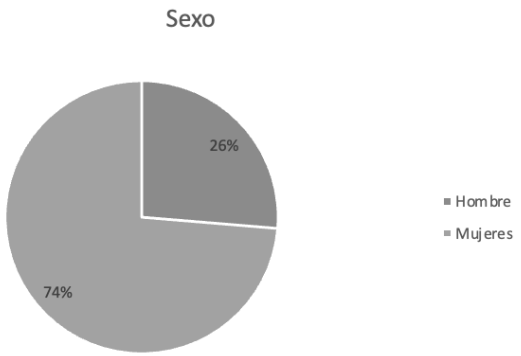


Figura 3. Distribución por sexo de los pacientes

En cuanto a la edad, se contó con 18 pacientes de 18 años, 38 de 19 años, 36 de 20 años, 11 de 21 años, 13 de 22 años, 23 de 23 años, 4 de 24 años, 3 de 25 años, 5 de 26 años, 7 de 27 años, 2 de 28 años, 6 de 29 años, 1 de 30 años, 4 de 31 años, 1 de 32 años, 2 de 33 años, 1 de 34 años y 1 de 35 años (figura 4).

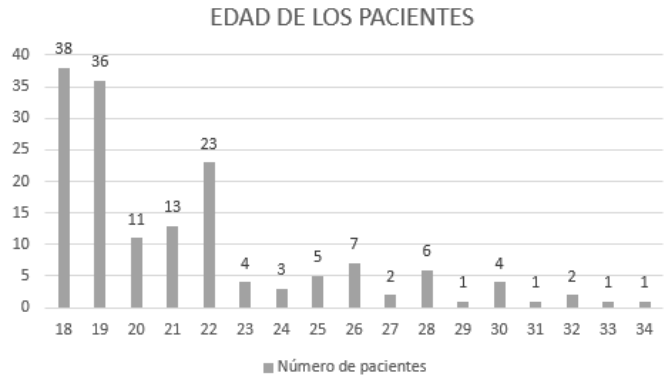


Figura 4. Distribución por edad de los pacientes

A estos pacientes se les tomaron muestras de sangre y orina con las cuales se obtuvo creatinina por medio de la cual se calculó la TFG con la fórmula de CDK-EPI. Se encontraron 2 pacientes con valores menores a 90 ml/min; con el EGO se reportaron 21 pacientes con proteinuria, 10 con proteinuria de 1+ (equivalente a 30 mg/dL) y 2 con proteinuria de 2+ (equivalente a 100 mg/dL) (figura 5).

Proteinuria	No. de pacientes
Indicativo	21
1+	10
2+	2
3+	0

Figura 5. Frecuencia de pacientes con presencia de proteinuria

Considerando esto, se dividió a los pacientes en grupos. G1, pacientes sanos sin alteraciones en TFG y EGO; G2, pacientes con TFG menor a 90 ml/min y/o proteinuria mayor a 1+; G3, pacientes con TFG normal con alteraciones en el EGO diferentes a proteinuria. G1 fue de 9 pacientes, G2 de 15 y G3 de 128 pacientes.

Grupo	TFG		EGO	No. de pacientes
G1	mayor a 90 ml/min	y	Normal	9
G2	menor a 90 ml/min	y/o	proteinuria 1+, 2+ o 3+	15
G3	mayor de 90 ml/min	y	alteraciones diferentes a la proteinuria	128

Figura 6. Grupos de estudios y distribución de pacientes por grupo.

Se encontró una prevalencia de proteinuria del 7.8% en el total de la población, y una prevalencia de 1.9% de la población que presentó alteraciones en la TFG (ver figura 6). Se tomó una muestra de 9 paciente de G1 y 15 paciente de G2 y G3 para hacer la medición de IL/18

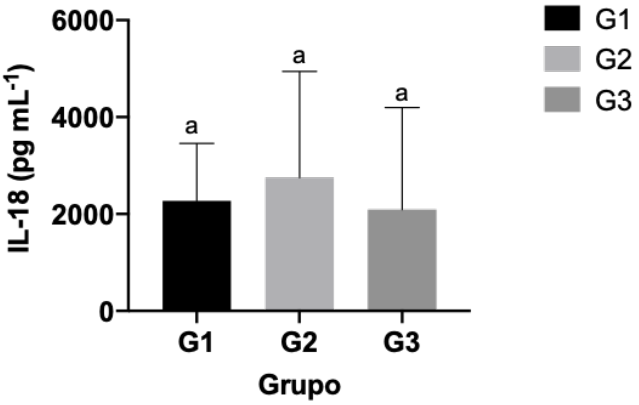


Figura 7. Concentración de IL.18 en los 3 grupos de pacientes

Se cuantificó IL-18, por ELISA. Se realizó la prueba de HSD de Tukey-Kramer para la comparación entre grupos, sobre todo de los promedios. A pesar de ello, no se encontró una diferencia significativa con un valor de p mayor a 0.05. El análisis univariante de IL 18 con respecto a cada grupo, mostró los siguientes resultados (ver figura 7).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio nos proporcionan información acerca de una población de entre 18 y 34 años de edad de la Ciudad de Querétaro, Querétaro.

El 74% de los pacientes fueron mujeres. Se pudo observar una prevalencia del 7.8% de proteinuria. De acuerdo a Verocay, et al. La mayoría de las proteinurias crónicas suelen originarse en el glomérulo renal. Cuando se observan en conjunto con hipertensión arterial, cambios en el aspecto y la cantidad de orina, reciente infección estreptocócica, presencia de edemas o hinchazón abdominal, declive en la función renal y antecedentes familiares de enfermedades renales, estos signos apuntan hacia una enfermedad renal subyacente (Verocay et al, 2012).

Al correlacionar la prevalencia obtenida en este estudio y comparándola con otros, podemos observar que esta es alta, pues Gongora et al reporta un 8% y López López un 11% (López-López E. et al, 2015). Ambos estudios tienen ya más de 5 años, con lo cual podemos identificar que se mantiene esta proteinuria en la orina, lo que podría desenlazar en ER (Cueto-Manzano A.M. et al, 2007).

La proteinuria persistente se considera un indicador de enfermedad renal crónica y puede manifestarse como parte de los síntomas clínicos o los resultados de pruebas de laboratorio en diversas afecciones renales. También puede detectarse durante un análisis de orina de rutina en un examen médico de control o al evaluar otras afecciones nefrourológicas, como pielonefritis crónica o obstrucciones del tracto urinario, que son especialmente comunes en pacientes pediátricos. Esta información toma relevancia para los médicos de primer contacto, pues con pruebas simples se puede proporcionar seguimiento a pacientes con factores de riesgo que pueden desarrollar la ER (Verocay et al, 2012).

La enfermedad renal subclínica es una condición en la que existe daño renal, pero los pacientes no presentan síntomas evidentes ni cambios en la función renal detectables clínicamente (Guyton, 2017). Esta enfermedad puede ser silenciosa durante mucho tiempo y, lamentablemente, tiende a diagnosticarse en etapas avanzadas cuando ya ha habido un deterioro significativo de la función renal. (Mendez-Durán et al, 2008). La ERS es un problema de salud importante en todo el mundo debido a su alta prevalencia y su asociación con un mayor riesgo de enfermedad renal crónica (ERC) y eventos cardiovasculares (Guzman-Guillen K.A. et al, 2019).

Los factores de riesgo como bajo peso al nacer, el nacimiento pretérmino, los estilos de vida poco saludables y la fuente de consumo de agua presentan un papel importante en la identificación de enfermedad renal subclínica, pues a pesar de que no se pudo realizar el estudio multivariado, en nuestras historias clínicas, si se identificó un alto porcentaje de pacientes con los factores de riesgo antes mencionados (Lorenzo-Conde M.B. et al, 2006). Lo que debe causarnos dudas en cuanto a porqué aún no son parámetros utilizados en la clínica para prevenir el daño renal subclínico (Zimmer, M.S. et al, 2019).

El diagnóstico temprano de la ERS es fundamental para prevenir la progresión a una ERC más grave y reducir el riesgo de complicaciones cardiovasculares. Aquí es donde entra en juego la interleucina-18 como un biomarcador útil. La IL-18 es una proteína que forma parte del sistema inmunológico y está involucrada en la respuesta inflamatoria y la inmunidad innata (Sejia, M. et al, 2014). Varios estudios científicos han demostrado que los niveles elevados de IL-18 en sangre y orina están asociados con lesiones renales agudas y crónicas. Esto sugiere que la IL-18 podría utilizarse como un indicador de daño renal y, lo que es más importante, como un biomarcador para la detección temprana de la ERS (Parikh, C. et al, 2004).

Por ejemplo, un estudio realizado por Chang et al en 2007 encontró que los pacientes con ERS tenían concentraciones séricas de IL-18 significativamente más altas en comparación con los individuos sanos. Este estudio sugiere que la IL-18 podría ser un marcador valioso en el contexto de la ERS (Chang, J.W et al, 2007)

De acuerdo a Seijas et al, la IL-18 se ha destacado como un biomarcador prometedor para la detección temprana de la ERS debido a su asociación con el daño renal y su capacidad para reflejar procesos patológicos en el riñón. Sin embargo, Barreto el al, sugiere que la medición de IL-18 en suero y no en orina es de mayor relevancia clínica, pues expresa de una forma significativa los valores. De acuerdo a lo anterior el resultado poco significativo de nuestro estudio podría asociarse a que la medición se realizó en suero y no en orina, lo que nos proporciona un nuevo horizonte para continuar con esta investigación y no descartar la IL-18 como un biomarcador de daño renal subclínico (Barreto, R et al, 2013).

Durante la elaboración de este estudio, una de las principales problemáticas fue la falta de colaboración de los pacientes, pues no acudieron al laboratorio para la toma de muestras y la información en nuestras bases de datos no fue completada al 100% y tuvieron que eliminarse pacientes. Otra de las problemáticas está asociada a la disponibilidad del equipo utilizado la leer la microplacas de ELISA, pues por su alta demanda en el laboratorio de Genética y Biología Molecular de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro tuvimos un ligero retraso en la obtención de resultados.

Los resultados poco significativos de la IL-18 en este estudio fueron motivo de dudas, pero Barreto et al abre nuestro panorama al mencionar que la medición en orina fue más significativa en su estudio y nos incita a continuar investigando acerca de la IL-18 y su prevalencia en pacientes con daño renal subclínico. Temas como la cantidad de muestra y los rangos de edad de nuestro pacientes también deben ser considerados para futuras investigaciones referentes a este tema.

Este estudio resalta la importancia de investigar las enfermedades renales, ya que ahora se observan más casos en personas jóvenes. Incluso en personas consideradas saludables, se encontraron problemas en la función renal. Es crucial detectar la enfermedad renal temprano, ya que a menudo no muestra síntomas graves hasta tarde. Además, se analizó una sustancia llamada IL-18 como posible indicador, pero sus niveles no resultaron útiles en esta investigación. Sin embargo, se identificaron 15 jóvenes aparentemente sanos con problemas en la función renal, lo que subraya la importancia de la detección temprana. Esta línea de investigación queda abierta para futuros estudios y análisis más completos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hall, J. E., Guyton, A. C., & Hall, M. E. (2017). Tratado de Fisiología Médica [Internet]. Vol. 5
2. Lorenzo-Conde, M. B., Ortega-Gómez, E. A., Ortega-Gomez, A., Ferreiro-García, I. R., & Carballera-Barrera, M. (2006). Desarrollo de la enfermedad renal crónica en pacientes con hipertensión arterial y/o diabetes mellitus. Revista Universidad Médica Pinareña, 15(1).
3. Mendez-Durán, A., Méndez-Bueno, J. F., Tapia-Yáñez, T., Muñoz-Montes, A., & Aguilar-Sánchez, L. (2008). Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. Diálisis y Transplante.
4. Ferris, M. E., Miles, J. A., & Seamon, M. L. (2016). Adolescents and young adults with chronic or end-stage kidney disease. Blood Purify, 41(1–3), 205–10.
5. Zhang, W. R., & Parikh, C. R. (2019). Biomarkers of acute and chronic kidney disease. Department of Health and Human Services USA.
6. Komada, T., & Muruve, D. A. (2019). The role of inflammasomes in kidney disease. Nature Reviews Nephrology, 15(8), 501–20.
7. Yong, K., Mori, T., Chew, G., Beilin, L. J., Puddley, I., Watts, G. F., Irish, A., Dogra, G., Boudville, N., & Lim, W. (2018). The effects of OMEGA-3 fatty acid supplementation upon interleukin-12 and interleukin-18 in chronic kidney disease patients. Journal of Renal Nutrition.
8. Zimmer, M. S., Calderón-Margalit, R., Skorecki, K., & Vivante, A. (2019). Childhood risk factors for adulthood chronic kidney disease. Pediatric Nephrology.
9. Xu, X., Nie, S., Ding, H., & Hou, FF. (2016). Environmental pollution and kidney disease. Nature Reviews Nephrology.
10. Guzman-Guillen, K. A., Fernández de Córdoba-Aguirre, J. C., Mora-Bravo, F., & Vintimilla-Maldonado, J. (2019). Prevalencia y factores asociados a enfermedad renal crónica. Revista Médica del Hospital General de México.

11. Parikh, C. R., Jani, A., Melnikov, V. Y., Faubel, S., & Edelstein, C. L. (2004). Urinary interleukin-18 is a marker of human acute tubular necrosis. American Journal of Kidney Diseases, 43(3), 405-414. doi:10.1053/j.ajkd.2003.10.017
12. Verocay, M. C., Rébori, A., & Velasco, M. (2012). Significado de la proteinuria en el niño y adolescente. Archivos de Medicina Interna, 34(1).
13. López-López, E., López-Carbajal, M. J., & Ortiz-Gress, A. A. (2015). Prevalencia de proteinuria y de proteinuria persistente en jóvenes de una escuela de nivel medio superior en Hidalgo, México. Med Int Méx, 31, 374-379.
14. Cueto-Manzano, A. M., & Rojas-Campos, E. (2007). Status of renal replacement therapy and peritoneal dialysis in Mexico. Perit Dial Int, 27, 142-148.
15. Seija, M., Baccino, C., Nin, N., & Lorente, J. A. (2014). Definición y biomarcadores de daño renal agudo: nuevas perspectivas. Medicina Intensiva, 38(6), 376-385. https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.09.001
16. Chang, J. W., Pariante, C. M., & Tosti, C. (2007). IL-18 is increased in the plasma of patients with type 1 diabetes with poor glycemic control: relation to liver dysfunction. Cytokine, 37(3), 201-205.
17. Barreto, R., & Guevara, M. (2013). Biomarcadores de insuficiencia renal: un «trending topic» en cirrosis. Gastroenterología y Hepatología, 36(6), 407-421. https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2013.03.001

Efecto del ácido cafeico en las células de cáncer de colon Sw480.

Méndez Cruz, Bruno Eduardo[1], Cantero Barroso, Dainelys[2], Gutiérrez Silerio, Gloria Yarelys[2], García Solís, Pablo[2].

[1]Universidad Autónoma de Querétaro, Ingeniería en Biotecnología, Facultad de Química. Cerro de las Campanas S/N-Edificio 5, Centro Universitario, 76017 Santiago de Querétaro, Querétaro. bmendez28@alumnos.uaq.mx

[2]Universidad Autónoma de Querétaro, Centro de Investigación Biomédica Avanzada, Facultad de Medicina. Carretera a Chichimequillas S/N Ejido Bolaños Av. Universidad dirección a la derecha, 76140 Santiago de Querétaro, Querétaro. dainelyscantero86@gmail.com gloriagutierrezsilerio93@gmail.com pablo.garcia@uaq.mx

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1er Autor: Bruno Eduardo, MÉNDEZ CRUZ (ORC ID 0009-0005-6998-3193).
ID 2do Coautor: Gloria Yarelis, GUTIÉRREZ SILEIRO (ORC ID 0000-0001-6478-9010).

ID 3do Coautor: Pablo, GARCÍA SOLÍS (ORC ID 0000-0002-7483-0555).

Resumen — El cáncer colorrectal (CCR) es uno de los cánceres con más prevalencia e incidencia a nivel mundial. Su etiología es multifactorial y se presenta de manera esporádica o hereditaria. Los tratamientos actuales no alcanzan la sensibilidad y efectividad esperada, de ahí que las investigaciones biomédicas dirigidas a la búsqueda de nuevas opciones terapéuticas más eficaces, seguras y sensibles continúen y sean necesarias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad de las células SW480 tratadas con ácido cafeico a través del ensayo de MTT. Los resultados exponen la disminución de la viabilidad celular dosis dependiente después de 48h de tratamiento y demuestran el potencial de este compuesto para su uso como posible fitofármaco que apoye el tratamiento del cancer colorrectal.

Palabras clave — cáncer colorrectal, viabilidad celular, MTT.

Abstract — Colorectal cancer (CRC) is one of the cancers with the highest prevalence and incidence at a worldwide level. Its etiology is multifactorial and it may occur sporadically or hereditarily. Current treatments do not reach the expected sensitivity and effectiveness, so biomedical research aimed at the search for new, more effective, safe and sensitive therapeutic options will continue to be necessary. The aim of this work was to evaluate the viability of SW480 cells treated with caffeic acid by the MTT assay. The results show a dose-dependent decrease in cell viability after 48h of the treatment and shows that this compound has the potential to be used as a possible phytopharmaceutical to support the treatment of colorectal cancer.

Keywords — colorectal cancer, cell viability, MTT.

I. INTRODUCCIÓN

Podemos definir el cáncer como un conjunto de enfermedades con características comunes, originadas por la acumulación de modificaciones genéticas y epigenéticas (mutaciones), lo que provoca una pérdida de las funciones normales de las células en un tejido (Sánchez et al., 2022). Dentro de los distintos tipos de cánceres, el cáncer colorrectal (CCR) representa el tercer cáncer con mayor incidencia y el segundo en mortalidad, representando aproximadamente el 10% de todos los casos de cáncer (World Health Organization [WHO], 2023). En México, este representa la primera causa de muerte en la Ciudad de México, Estado de México y algunos

estados del norte del país; de igual forma, se estima que por año se diagnostican cerca de 15 mil casos nuevos (Instituto de Salud para el Bienestar, 2023).

Los tratamientos actuales para el cáncer colorrectal van desde cirugía, radioterapia, quimioterapia y otros. Si bien, estos tratamientos han tenido cierto grado de efectividad tienen las desventajas de provocar efectos adversos, baja supervivencia y muchos pacientes presentan resistencia al tratamiento (Debela et al., 2021). Es debido a esto, que se buscan alternativas para tratar la enfermedad, que puedan ser más seguras, sensibles y específicas. Con este fin las investigaciones con compuestos fenólicos están jugando un rol importante por su potencial antioxidante y antiinflamatorio principalmente (Hossain et al., 2022; Abotaleb et al., 2020). Entre los fitoquímicos estudiados en la actualidad por sus potenciales farmacológicos está el ácido cafeico. Este es un ácido fenólico proveniente del metabolito secundario de la biosíntesis de la lignina, se encuentra en plantas como café, té verde, tomillo y salvia. Es el principal componente del aroma característico del café y se ha demostrado que posee efectos antitumorales, antiagregantes plaquetarias, antioxidantes y antiinflamatorias (Sakai et al., 2022).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

IIA. Características de la investigación

Ensayo experimental *in vitro*

Modelo celular: La línea celular de cáncer de colon SW480 (ATCC: CCL-227) se adquirió de *American Type Culture Collection*.

Compuesto de prueba: Ácido cafeico.

IIB. Condiciones del cultivo celular

Las células fueron cultivadas en Medio Eagle Modificado por Dulbecco (DMEM), suplementado con 1% de antibióticos (penicilina-estreptomicina) y 10% de suero fetal bovino (SFB) e incubadas a 37ºC con 5% CO2 y 95% de oxígeno a humedad constante. Las células para su mantenimiento se criopreservan en nitrógeno líquido a -150ºC.

La descongelación de las células se realizó sumergiendo los criotubos en un baño térmico a 37ºC de 2 a 3 min; al momento de su total descongelación, se suspendió en medio de cultivo fresco. Se estabilizó el cultivo durante dos semanas verificando morfología celular, condiciones del cultivo, capacidad adherente, distribución y nivel de confluencia en cada etapa de resembrado.

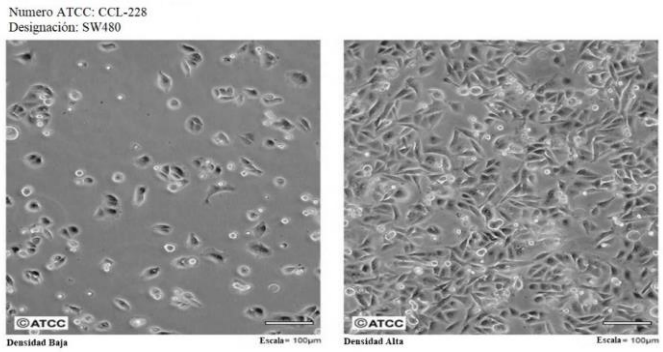


Figura 1. Línea de adenocarcinoma de cáncer de colon SW480 – CLC-228 (ATCC, 2021).

IIC. Siembra en placas de 96 pocillos y tratamiento de las células

Se descongelaron las células y se cultivaron en placas Petri (60mm) de cultivo celular con medio DMEM suplementado con 10% de SFB y 1% de penicilina/estreptomicina e incubadas en una atmósfera de 5% de CO2 y 95% oxígeno, a una temperatura de 37ºC. Las células se adhirieron a la superficie y una vez alcanzaron entre el 80-85% de confluencia, se despegaron de la superficie por tripsinización. La tripsinización se realizó removiendo el medio viejo para luego lavar las células con PBS (Buffer fosfato) y agregar 1 mL de la tripsina (solución tripsina/EDTA 1x, almacenada a -20°C hasta su uso) y posteriormente incubar la placa con células a 37 °C en una atmósfera de 5% de CO2 por 5 minutos, para después inactivar la tripsina con 1 mL de medio DMEM fresco (homogenizar), remover mecánicamente las células y colocarlas en un microtubo. Se centrifugó 5 minutos a 800 rpm, se eliminó sobrenadante y se restituyó con 1mL de medio DMEM (Salinas, 2020).

Luego se realizó el conteo celular con azul tripán en cámara de Neubauer para realizar cálculo de la

cantidad de células vivas deseadas por pocillo (10 000), para un total de 60 pozos en dos placas (1 200 000 células) y se preparó en volumen suficiente para incorporar 100 µL por pozos.

Las células se sembraron en placas de 96 pozos (1×10^4 células/pocillo) dejándose crecer durante 24h para posteriormente, se adicionaron los distintos tratamientos con el ácido cafeico a las concentraciones de 750, 625, 504, 381, 258 y 135 µg/mL como lo indica la **figura 2**. Las células tratadas se incubaron durante 48h bajo las condiciones antes mencionadas y el efecto sobre la viabilidad se evaluó mediante el ensayo de MTT.

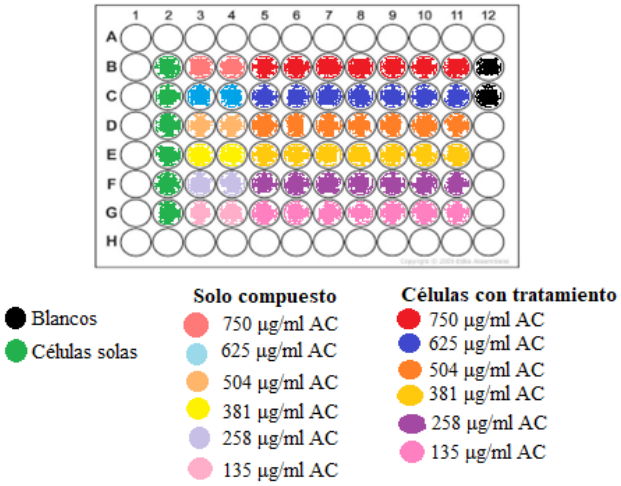


Figura 2. Tratamiento de ácido cafeico suministrado a las células SW480.

IID. Ensayo MTT para evaluar viabilidad celular

Esta técnica se basa en la capacidad de las células viables de reducir el MTT (Bromuro de 3(4,5 dimetil-2-tiazoil)-2,5-difeniltetrazólico), una sal de tetrazolio por medio de la enzima Succinato deshidrogenasa a formazán (Ghasemi et al., 2021). En este caso, la cantidad de formazán producido es proporcional al número de células metabólicamente activas.

Posterior a las 48 hrs de incubación con el tratamiento con ácido cafeico, se retiró el tratamiento por aspiración, se restituyó el volumen por medio fresco y se adicionó a cada pozo 20 µL de MTT (5 mg/ml en PBS) para dejar a una concentración final de 0.5mg/mL y se incubó a 37°C y 5% de CO2 durante 1 hora. Luego se aspiró y se agregó 100 µL de DMSO para posteriormente realizar la lectura en un espectrofotómetro.

IIE. Lectura de resultados y análisis estadístico

La lectura de absorbancia de las placas de 96 placas se llevó a cabo con un Varioskan® Flash de Thermo Fischer a una longitud de onda de 570 nm.

Finalmente, se llevaron a cabo los cálculos de porcentaje de viabilidad (respecto al control negativo) usando la **Ecuación 1.**

$$\%\ viabilidad = \frac{DO_t}{DO_c} \times 100$$

Siendo:

DO_t = Densidad óptica de cultivos tratados.

DOc = Densidad óptica control Negativo (células sin tratamiento).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la figura 3, donde se puede apreciar la disminución de la viabilidad celular significativamente estadística, dependiente de la dosis. Es decir a mayor concentración del compuesto evaluado, mayor disminución de la viabilidad y viceversa (Figura 3.A).

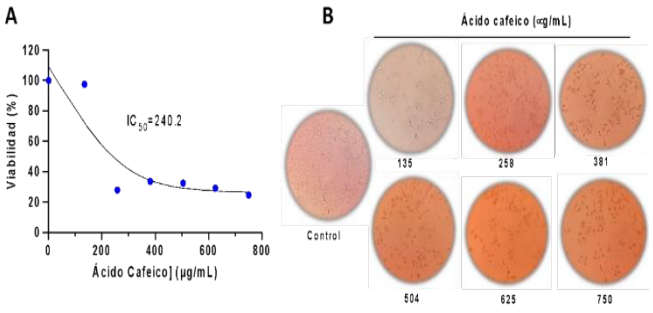


Figura 3. Efecto del ácido cafeico sobre la viabilidad de las células SW480. A) Se muestra la curva dosis respuesta y la IC50 después de 48 h de tratamiento con el fenol. B) Micrografías de las células SW480 con diferentes concentraciones de ácido cafeico (40X).

Las fotografías de la Figura 3.B. muestran y confirman los resultados obtenidos, donde se puede apreciar claramente la viabilidad, confluencia y morfología de las células control (no tratadas) y las células bajo las distintas dosis de tratamiento, pudiendo notar que va disminuyendo la viabilidad y confluencia a medida que aumentan las dosis de tratamiento. Se observa además la destrucción celular dosis dependiente.

De igual manera, se realizó el cálculo de la IC_{50} (dosis en la cual la viabilidad se redujo al 50%), obteniendo un valor de 240 µg/mL.

Al comparar con estudios similares, podemos encontrar que en el estudio de Jaganathan (2012), la viabilidad celular en células de cancer colorrectal HCT 15 también disminuyó al tratamiento con ácido cafeico, aunque en este caso la Ic_{50} fue de 800 µg/mL, mayor a la que se obtuvo con nuestro experimento.

Creemos que estas variaciones pueden deberse en gran medida a los distintos tipos de cepa utilizadas en cada uno de los experimentos, además de la existencia de diferencias en las condiciones de cultivo de cada experimento, lo cual consideramos es un aspecto que repercute en los resultados obtenidos.

IV. CONCLUSIONES

El ácido cafeico demostró tener potencial para disminuir la viabilidad en células de cancer colorrectal. Sin embargo, es importante que se lleven a cabo más pruebas in vitro sobre la migración, proliferación y tipo de muerte de las células, así como las posibles vías moleculares implicadas. De igual forma, son necesarios estudios con animales para valorar el proceso del metabolismo y biotransformación del compuesto, su efecto en otros tejidos y la dosis efectiva, todo esto con el fin de proponer el compuesto como posible tratamiento para cancer colorrectal.

III. BIBLIOGRAFÍA

Abotaleb, M., Liskova, A., Kubatka, P., & Büsselberg, D. (2020). Therapeutic potential of plant phenolic acids in the treatment of cancer. *Biomolecules*, *10*(2), 221. https://doi.org/10.3390/biom10020221

Debela, D. T., Muzazu, S. G., Heraro, K. D., Ndalama, M. T., Mesele, B. W., Haile, D. C., Kitui, S. K., & Manyazewal, T. (2021). New Approaches and Procedures for cancer treatment: Current perspectives. *Sage Open Medicine*, *9*, 205031212110343. https://doi.org/10.1177/20503121211034366

Ghasemi, M., Turnbull, T., Sebastian, S., & Kempson, I. M. (2021). The MTT Assay: Utility, Limitations, Pitfalls, and Interpretation in Bulk and Single-Cell analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(23), 12827. https://doi.org/10.3390/ijms222312827

Hossain, M. S., Karuniawati, H., Jairoun, A. A., Urbi, Z., Ooi, D. J., John, A., Lim, Y. C., Kibria, K. M. K., Mohiuddin, A. K. M., Ming, L. C., Goh, K. W., & Hadi, M. A. (2022). Colorectal Cancer: A review of carcinogenesis, global epidemiology, current challenges, risk factors, preventive and treatment strategies. *Cancers*, *14*(7), 1732. https://doi.org/10.3390/cancers14071732

Instituto de Salud para el Bienestar. (2023). *31 de marzo| día mundial contra el cáncer de colon*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/insabi/articulos/dia-mundial-contra-el-cancer-de-colon-31-de-marzo

Jaganathan, S. K. (2012). Growth Inhibition by Caffeic Acid, One of the Phenolic Constituents of Honey, in HCT 15 Colon Cancer Cells. *The Scientific World Journal*, *2012*, 1-8. https://doi.org/10.1100/2012/372345

Sakai, E., Farhana, F., Yamaguchi, Y., & Tsukuba, T. (2022). Potentials of natural antioxidants from plants as antiosteoporotic agents. En *Elsevier eBooks* (pp. 1-28). https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823944-5.00002-8

Sánchez, M., Sánchez, P., Ayala, Z., Sánchez-Sánchez, P., & Santos, M. (2022). *Una mirada al cáncer desde la perspectiva molecular*. Revista Finlay. https://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/1027

What causes cancer? (2017, 12 septiembre). Stanford Health Care. https://stanfordhealthcare.org/medical-conditions/cancer/cancer/cancer-causes.html

World Health Organization: WHO & World Health Organization: WHO. (2023). Colorectal cancer. *www.who.int*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/colorectal-cancer

Síntesis, caracterización y evaluación antimicrobiana de biomateriales para regeneración de tejido óseo a base de nanopartículas de hidroxiapatita dopada con magnesio

SORIA CORDOVA DARIEL ISAI, HERNÁNDEZ ROSAS FABIOLA

Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, C.U. Cerro de las Campanas s/n, Cp. 76010, Querétaro, Querétaro, México.

Correo: dsoria17@alumnos.uaq.mx

ID 1er Autor: SORIA CORDOVA, Dariel Isaí
ID 1er Coautor: Fabiola, HERNÁNDEZ-ROSAS (ORCID https://orcid.org/0000-0003-2287-7041)

Resumen — La hidroxiapatita (HAp) sintética es un biomaterial similar a la fase inorgánica del hueso, ampliamente utilizado para aplicaciones médicas como el reemplazo óseo, rellenos dentales, recubrimiento de prótesis, etc. En este proyecto se sintetizaron nanofibras de HAp-Mg mediante el método hidrotermal asistido por microondas, para evaluar su actividad antimicrobiana e identificar las cepas bacterianas para las cuales es efectiva. La síntesis de hidroxiapatita se efectuó en un reactor de microondas, lo que dio lugar a la obtención de nano fibras de HAp policristalinas. Posteriormente, se realizó el análisis de difracción de rayos X para caracterizar las muestras de polvo de HAp-Mg. Los difractogramas mostraron los picos característicos de la hidroxiapatita, así como una orientación cristalina preferencial y un alto nivel de pureza. El análisis morfológico de la HAp se analizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Nuestros resultados mostraron nanofibras de hidroxiapatita cristalina con simetría hexagonal. Posteriormente, se hicieron antibiogramas por el método difusión en disco (Kirby-Bauer) en medio Muller-Hilton a partir de preparaciones de HAp-Mg/DMSO 100 µg/ml, para medir la sensibilidad frente a las cepas: *Escherichia coli, Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*, en tiempos de incubación de 24 y 48 hrs a 37°C. Encontramos que la hidroxiapatita posee una actividad antibacteriana moderada, lo cual será útil para disminuir el riesgo de infección con el uso de biomateriales a base de HAp-Mg.

Palabras clave — Hidroxiapatita, Actividad Antimicrobiana, Biomateriales.

Abstract — Synthetic hydroxyapatite (HAp) is a biomaterial similar to the inorganic phase of bone, widely used for medical applications such as bone replacement, dental fillings, denture coating, etc. In this project, HAp-Mg nanofibers were synthesized using the microwave-assisted hydrothermal method, to evaluate its antimicrobial activity and identify the bacterial strains for which it is effective. The synthesis of hydroxyapatite was carried out in a microwave reactor, which resulted in the obtaining of polycrystalline HAp nanofibers. Subsequently, X-ray diffraction analysis was performed to characterize the HAp-Mg powder samples. The diffractograms showed the characteristic peaks of hydroxyapatite, as well as a preferential crystalline orientation and a high level of purity. The morphological analysis of the HAp was analyzed by scanning electron microscopy (SEM). Our results showed crystalline hydroxyapatite nanofibers with hexagonal symmetry. Subsequently, antibiograms were made by the disk diffusion method (Kirby-Bauer) in Muller-Hilton medium from preparations of HAp-Mg/DMSO 100 µg/ml, to measure the sensitivity against the strains: Escherichia coli, Enterococcus faecalis and Candida. albicans, in incubation

times of 24 and 48 hrs at 37°C. We found that hydroxyapatite has moderate antibacterial activity, which will be useful to decrease the risk of infection with the use of HAp-Mg-based biomaterials.

Keywords — Hydroxyapatite, Antimicrobial Activity, Biomaterials.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de dispositivos biomédicos a base de biomateriales ha crecido exponencialmente gracias al desarrollo de nuevas tecnologías médicas. Estos dispositivos, a pesar de ser un parte aguas en la medicina, han incrementado significativamente el riesgo de infección periprotésica, ya que diversas poblaciones de células y bacterias compiten por ocupar la superficie del biomaterial implantado [1,3]. Dicha infección puede originarse en la cirugía, a partir de la microbiota cutánea del paciente y posteriormente ser colonizada por diversos microorganismos que se adhieren a la superficie del implante formando una biocapa. Esta biocapa protege a las bacterias de un ataque del sistema inmune, por lo cual es una de las complicaciones más difíciles de tratar. El diagnóstico microbiológico no solo es complicado, sino que también representa una amenaza para la salud y bienestar del paciente, el cuál termina siendo sometido a una nueva intervención quirúrgica para remover dicho implante [2].De manera convencional, las infecciones periprotésicas se han tratado con el consumo de antibióticos, sin embargo, en la última década la sociedad ha enfrentado una fuerte resistencia a los mismos. De esta problemática, surge la necesidad de buscar compuestos bioactivos con la capacidad de inhibir la adhesión de bacterias a la superficie de los diversos dispositivos biomédicos [3].Dentro de los materiales bioactivos, uno de los mejores comportamientos le pertenece a la hidroxiapatita (HAp), $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, ya que es el principal biomineral presente en tejidos óseos, dentina y esmalte dental. En la hidroxiapatita, los iones de Ca^{2+} pueden ser reemplazados en algunos casos por iones metálicos divalentes como Ti^{2+}y Mg^{2+}[4] .El Mg, a pesar de su baja concentración, desarrolla un papel importante en la etapa temprana de osteogénesis, al permitir la formación de osteoblastos [4]. Las propiedades antimicrobianas del Mg se han reportado en diversos estudios y se ha encontrado que la densidad celular de las bacterias disminuye considerablemente ante la presencia de este metal [5]. El Ti, por sí solo, no tiene propiedades antimicrobianas, sin embargo puede ser sometido a nano modificaciones para inducir diferentes grados de inhibición bacteriana [6].Esta sustitución de iones en la composición química de la hidroxiapatita, ofrece la oportunidad de combinar las características deseadas de ambos elementos, teniendo en consideración la carga iónica de equilibrio, los sitios de sustitución atómica, así como el potencial impacto en el sistema biológico. En este contexto, el objetivo de este estudio es preparar y caracterizar una serie de hidroxiapatita dopada con iones de Mg para mejorar la bioactividad del material, además de estimular su comportamiento como una gente antimicrobiano [4].

II. MARCO TEÓRICO

La hidroxiapatita es un fosfato de calcio cristalino con la fórmula química $Ca_5(PO_4)_3(OH)$. Los cristales tienen una morfología columnar hexagonal, generalmente son cortos o en forma de placa, a menudo tienen caras cónicas bien desarrolladas. Los cristales pueden ser incoloros, blancos o varios tonos de verde. En la naturaleza, la apatita se presenta como parte de rocas sedimentarias y metamórficas. El 99 % del calcio humano está presente en los huesos y los dientes como parte de los HAp y el 1 % en el líquido extracelular. Las estructuras orgánicas como el colágeno siempre están presentes en el hueso. El esmalte y la dentina de dientes y huesos son tejidos mineralizados. Las funciones esqueléticas incluyen soporte y protección.

Si bien la hidroxiapatita es un biomaterial que ha despertado el interés por la investigación para aplicaciones biológicas, las condiciones del medio y los organismos hacen que la HAp sintetizada sintéticamente sea muy diferente, comprometiendo la resistencia mecánica y aumentando su solubilidad en agua. El método de síntesis de a HAp es un determinante para las características de esta, para esta investigación se empleó la síntesis por el método hidrotermal asistido por microondas para la síntesis de HAp [7].
El control del tamaño y la forma de las partículas se basa en el método y la optimización de varias variables involucradas en la síntesis de HAp que ayudan a mejorar las propiedades de biocompatibilidad. Hay otros factores que también desempeñan un papel en la morfología y el crecimiento de HAp, a saber, parámetros de síntesis como la concentración de reactivo, el pH, el tiempo de reacción y la temperatura. Los métodos sintéticos no utilizan disolventes y los productos resultantes pueden clasificarse como métodos secos, en los que los productos resultantes son polvos con tamaños y formas de partículas irregulares por encima de la escala nanométrica, y no requieren control preciso ni alta presión. El método húmedo produce nanoestructuras con forma y tamaño de partículas controlados. Este es un proceso simple en el que el comportamiento y el crecimiento del material están directamente relacionados con los parámetros de reacción. El proceso de alta temperatura utiliza temperaturas que conducen a la descomposición química de los constituyentes, una descomposición térmica que requiere un estricto control de los parámetros del proceso, produciendo así polvos de HAp fácilmente reconocibles y altamente cristalinos. En el proceso húmedo encontramos una técnica alternativa, el método hidrotérmico asistido por microondas, que añade energía térmica a la reacción y ofrece ventajas como el ahorro de tiempo y energía. Este método expone la muestra a alta temperatura y presión en presencia de radiación de microondas, lo que genera menos subproductos y un rendimiento optimizado en menos pasos. [8].
La incorporación de dopantes en los minerales puede cambiar significativamente sus propiedades en términos de mayor cristalinidad y estabilidad. Cantidades menores de elementos como Mg, Na, Zn, F, Si y CO3 son iones que normalmente se intercambian en la estructura original, y estas pequeñas cantidades naturalmente juegan un papel en el metabolismo y el rendimiento general. Esta sustitución no afecta dramáticamente las propiedades cristalográficas, pero provoca cambios en los parámetros cristalográficos y cambios en la cristalinidad que afectan la solubilidad de HAp en condiciones fisiológicas. [9]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Síntesis de la HAp asistida por microondas

Utilizamos el método hidrotermal asistido por microondas ya que se obtiene un calentamiento homogéneo durante toda la reacción. Además, permite un rápido crecimiento y un tamaño de la partícula pequeño. Este método consiste en formar HAp a partir de disoluciones acuosas a una temperatura de 170°C y para evitar la evaporación del solvente, la presión también es elevada. En primer lugar, se preparó una solución de ácido glutámico $C_5H_9NO_4$ y nitrato de calcio en 200 ml de agua. Esta mezcla se calienta y se deja con agitador magnético por 2 horas. En otro vaso de precipitado se preparó una solución de fosfato de potasio monobásico KH_2PO_4 con hidróxido de potasio KOH en 200 ml de agua. La mezcla también se calienta y se agita durante 15 minutos. Una vez que se obtiene cada solución, ambas se mezclan en las mismas condiciones. Posteriormente se llenan los viales con la solución y se llevan al reactor de síntesis por microondas siguiendo las siguientes condiciones:

- Potencia de 1200 W
- 10 minutos para alcanzar una temperatura interna de 170°C
- Tiempo de reacción de 45 minutos y enfriamiento de 10 minutos

Finalmente, con una micropipeta se remueve el exceso de líquido y el precipitado en el fondo de los vasos se lleva a la centrifuga y finalmente se filtra en papel Whatman y se deja secar para poder recolectar el polvo de HAp.



Fig 1. Reactor de Microondas Monowave 300.

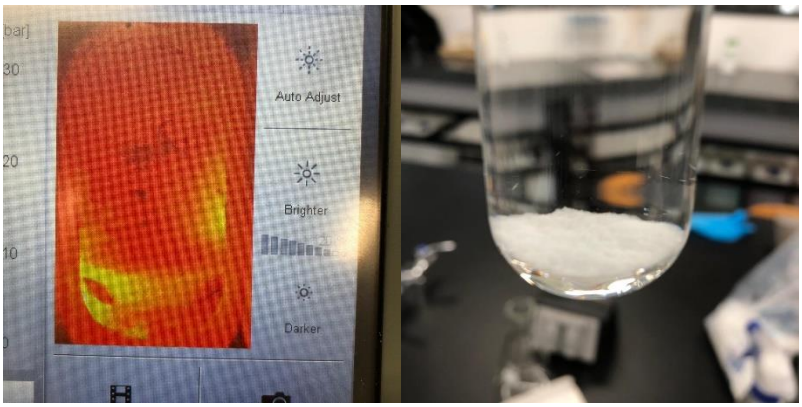


Fig 2. Hidroxiapatita sintetizada por el método hidrotermal asistido por microondas.

3.2 Caracterización por Difracción de Rayos X

Las nanofibras de Hap-Mg se analizaron mediante difracción de rayos X de polvo para identificar las fases cristalinas y determinar la posible orientación cristalina preferencial. Para realizar los análisis de la estructura cristalina se utilizó un difractómetro D8 Advance diseñado y construido por Bruker en Karlsruhe, Alemania (Figura 3). Se produjo radiación Cu Kα con una longitud de onda de 0,15406 nm utilizando un voltaje de aceleración de 30 kV y una corriente de 30 mA. Los experimentos de difracción se realizaron desde 10◦ hasta 80◦ en una escala de 2θ con un paso angular de 0,05◦. No se realizó ningún proceso de molienda en ninguna muestra.



Fig. 3. difractómetro de rayos X D8 Advance marca Bruker. Laboratorio de Nanotecnología de la UAQ campus aeropuerto.

3.3 Caracterización por SEM

La morfología y la topología de las nanofibras de HAp se observaron utilizando dos microscopios electrónicos de barrido (SEM), a saber, JEOL JSM-6060 LV de Jeol en Akishima, Tokio, Japón, e Hitachi SU8200 de Hitachi High-Technologies en Tokio, Japón (Figura 4). Se aplicó un voltaje de aceleración de 10 kV y 20 kV para realizar las observaciones y se usaron electrones secundarios para formar todas las imágenes. Las muestras secas se recolectaron directamente del proceso de síntesis, se colocaron en un porta muestras y se pegaron con pintura de carbón.



Fig. 4. Microscopio electrónico de barrido marca JEOL. Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM.

3.4 Evaluación de actividad antimicrobiana

Se realizaron cultivos de *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Staphylococcus aureus* (ATCC 23235) y *Candida albicans* (ATCC 96901) en placas de agar Mueller-Hinton (MH). Una vez que las colonias crecieron, la muestra fue colectada y suspendida en un tubo con caldo nutritivo y se incubó durante 24 horas a 37°C en una Incubadora marca Ecoshell. Se sumergió un hisopo de algodón esterilizado en la suspensión microbiana resultante y se aplicó una capa de bacterias a las placas

de agar. Se cubrió la muestra con un bastoncillo de algodón estéril, mediante una estría cerrada aplicando una capa homogénea de bacterias en la placa de agar MH.
La suspensión de Mg-HAp se colocó en discos de papel de filtro estériles y colocó en a superficie de las placas inoculadas con microorganismos (Figura 5). Las muestras se incubaron a 37 °C durante 24 h. El diámetro de los halos de inhibición alrededor del filtro se midió con una regla y se registraron los valores en un documento de Excel. Se grafico el promedio de los halos de inhibición 3 experimentos independientes ± desviación estándar.

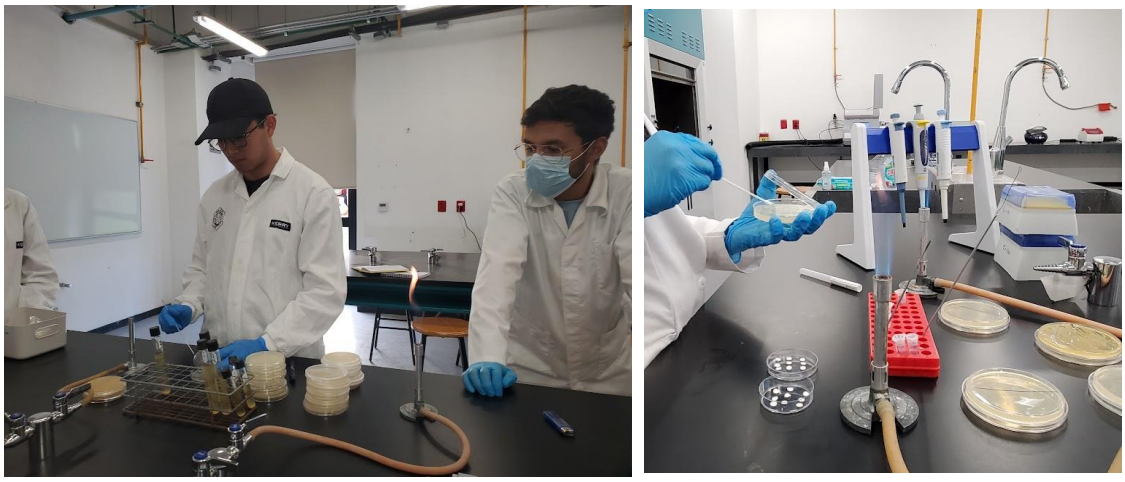


Fig. 5. Realización de los experimentos de evaluación de la actividad antimicrobiana por la técnica de difusión en disco.

IV. RESULTADOS

4.1 Difracción de rayos x

Se analizaron los nanofibras de HAp-Mg utilizando difracción de rayos X en polvo para identificar las fases cristalinas y determinar la posible orientación cristalina preferencial (Figura 6). Para realizar los análisis de estructura cristalina, se utilizó un difractómetro D8 Advance diseñado y construido por Bruker en Karlsruhe, Alemania. Los experimentos de difracción se realizaron desde 10º hasta 80º en una escala de 2θ con un paso angular de 0,05º.

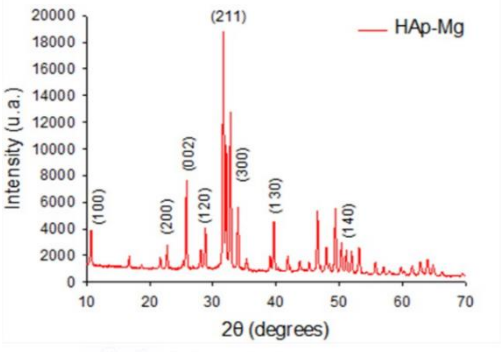


***Figura 6**: Difractogramas de HAp dopadas con Mg sintetizadas por método hidrotermal asistido por microondas (b). La indexación se indica de acuerdo con ICDD-PDF#09 -432.*

La figura 6 muestra el difractograma de la HAp-Mg, dónde se observan las reflexiones de Bragg características de la hidroxiapatita. La reflexión de Bragg más intensa corresponde a la familia de planos (211). Mediante la síntesis por el método hidrotermal asistido por microondas obtuvimos una muestra de hidroxiapatita altamente cristalina y pura. La identificación de la fase de hidroxiapatita se realizó por medio de PDF #09 -432 del ICDD.

4.2 Microscopía electrónica de barrido (SEM)

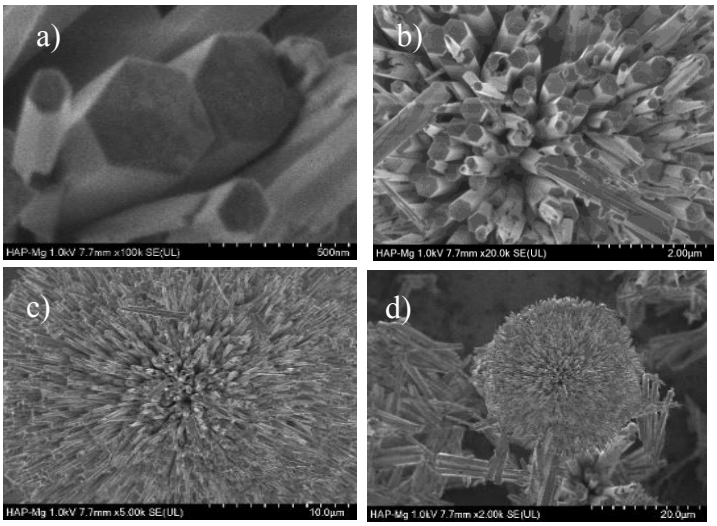


Figura 7*: Micrografías SEM de HAp. (a) nanofibras hexagonales de HAp dopada con Mg vista en sección transversal a 100k. (b)"Conjunto de lápices" de micro fibras de HAp vista a 20k, (c) Conjunto de nanofibras de HAp Mg vista a 5k. (d) Nano esferas de HAp vista a 2k.*

La morfología y la topología de las nanofibras de HAp se observaron utilizando dos microscopios electrónicos de barrido (SEM), a saber, JEOL JSM-6060 LV de Jeol en Akishima, Tokio, Japón, y Hitachi SU8200 de Hitachi High-Technologies en Tokio, Japón. Se aplicaron voltajes de aceleración de 10 kV y 20 kV para realizar las observaciones, y se utilizaron electrones secundarios para formar todas las imágenes. Las muestras secas se recolectaron directamente del proceso de síntesis, se colocaron en un portaobjetos y se pegaron con pintura de carbono. Se observaron nanofibras en forma de cristales hexagonales alargados con sección transversal de aproximadamente 400 nm (Figura 7), altamente cristalinos, agrupados en esferas (Figura 7D).

4.3 Actividad antimicrobiana

La actividad antimicrobiana de las muestras de HAP-Mg disueltas en dimetilsulfóxido (DMSO) en una concentración de 100 µg/ml se probó contra las cepas bacterianas: *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, así como una cepa de levadura, *Candida albicans*. El inóculo de todos los microorganismos se preparó a partir de cultivos de caldo nutritivo frescos durante la noche, que se incubaron a 37 °C. Los caldos de cultivo resultantes se usaron para las pruebas. La prueba de difusión en disco se realizó utilizando agar sólido Müller-Hinton. El método de difusión en disco se llevó a cabo vertiendo el agar Müller-Hinton en cajas de Petri para formar capas de 4 mm de espesor. Tras ajustar la turbidez de la suspensión del inóculo, se inoculó con un hisopo estéril toda la superficie de una placa de agar Mueller-Hinton. Posteriormente, en condiciones de esterilidad, se

dispuso sobre la superficie del agar un disco con solución de HAp-Mg, un disco con control positivo y un disco con control negativo. Se utilizó ciprofloxacina (5 µg) para *E. faecalis* y *E. coli* y miconazol (20 mg/ml) para *C. albicans*. Además, se utilizó DMSO como control negativo. Las placas se incubaron durante 24 horas a 37 °C ± 0,5 °C (bacterias) y 72 horas a 25 °C ± 0,5 °C (levaduras) en una incubadora (Ecoshel, TX, EE. UU.). Una vez finalizado el tiempo de incubación se midieron los diámetros de los halos de inhibición con la ayuda de una regla y se registraron las medidas en milímetros. En a figura 8 (superior) se observa una placa de E. coli con diferentes concentraciones de HAp-Mg. Se observan claramente los halos de inhibición, los cuales son de mayor diámetro conforme aumenta la concentración de HAp-Mg. En general, este biomaterial posee una buena actividad antimicrobiana, la cual se puede observar en la gráfica correspondiente a los diámetros d ellos halos de inhibición de los microorganismos evaluados (Figura 8 Inferior).

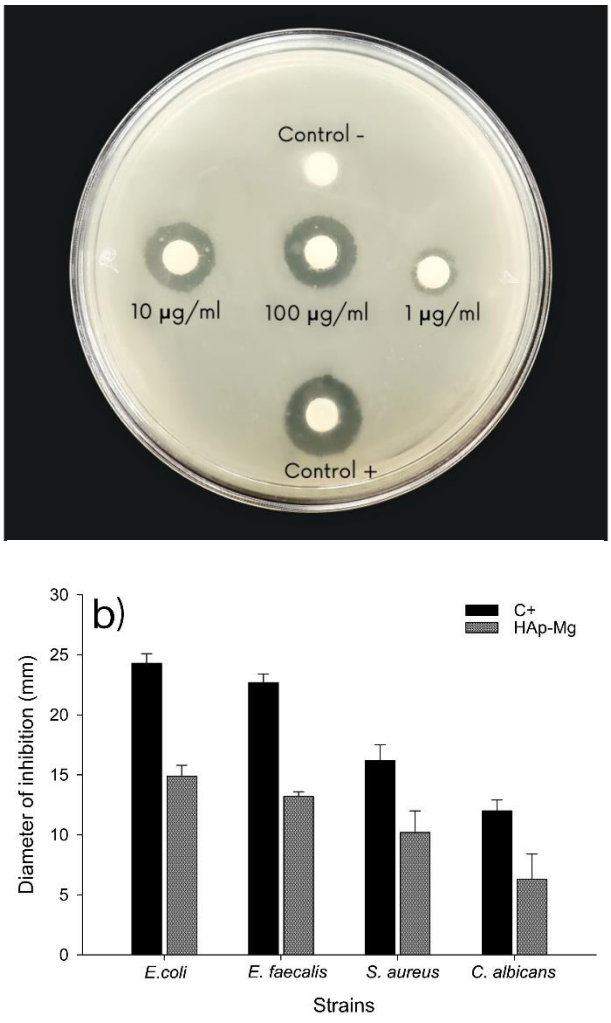


Fig. 8. Evaluación de la actividad antimicrobiana de la HAp-Mg. En la parte superior se muestra un ejemplo de una placa de cultivo de *E. coli* que muestra los halos de inhibición obtenidos por la HAp-Mg a diferentes concentraciones comparados con el control positivo. En la parte inferior se muestra los resultados de los promedios de los halos de inhibición obtenidos por las cepas ensayadas y su comparativo con el control positivo correspondiente.

V. DISCUSIÓN

El polvo de Mg-HAp fue creado mediante el método hidrotérmico asistido por microondas (MAHM), asegurando una precisión en los parámetros como la temperatura y la presión. Gracias a esta técnica, logramos generar nanofibras con una cristalinidad superior desde el inicio, guiando su crecimiento de manera precisa. La elevada cristalinidad en las nanofibras resultantes de Mg-HAp generó una estructura organizada y bien definida, dando forma a la morfología deseada [10].

Realizamos un análisis de rayos X en el polvo obtenido para obtener detalles sobre su composición y estructura cristalina. Los planos cristalográficos permitieron identificar picos característicos junto con sus correspondientes índices de Miller. El plano cristalográfico más prominente fue el (211) a 2θ = 34 grados, típico de la hidroxiapatita. El espectrograma presentó picos nítidos y bien definidos. Como otros estudios han mencionado, la presencia de aminoácidos modifica la morfología y estructura cristalina de las HAp [10]. En este contexto, el ácido glutámico actuó como guía de crecimiento, facilitando la formación de nanofibras con una clara orientación y dirección. Mediante imágenes SEM profundizamos en la comprensión de la morfología y estructura de las fibras. Se destacan las estructuras esféricas conformadas por nanofibras de HAp, mezcladas con partículas de Mg. Estas formas surgen debido a las alteraciones en la red cristalina cuando los iones Mg se incorporan a la estructura, reemplazando a los iones Ca^{2+} [4]. El análisis a diferentes escalas también reveló la naturaleza hexagonal de las fibras, indicando una estructura cristalográfica bien establecida. Por último, al evaluar la actividad antimicrobiana usando HAp-Mg como muestra de prueba, con un control negativo de sulfóxido de dimetilo (DMSO) y un control positivo de DMSO con el antibiótico correspondiente. Medimos la sensibilidad de los microorganismos según el diámetro de las zonas de inhibición. El Mg-HAp mostró una zona de inhibición moderada a una concentración del 2%. El control positivo demostró una intensa actividad antimicrobiana, mientras que el control negativo no reveló inhibición bacteriana. Esto respalda la fiabilidad de nuestros resultados.

V. CONCLUSIONES

Este estudio se enfocó en la fabricación y análisis de hidroxiapatita con adición de magnesio, empleando control de temperatura y presión a través del método hidrotermal asistido por microondas. Las partículas generadas exhibieron patrones cristalinos distintivos en el análisis de difracción de rayos X, evidenciando la conservación de la estructura de hidroxiapatita a pesar de la introducción de magnesio. Mediante el uso de análisis SEM, se reveló una morfología hexagonal singular en las fibras de Mg-HAp, atribuida a la influencia orientadora del ácido glutámico en la dirección c de crecimiento. Al someter el Mg-HAp a la prueba de susceptibilidad de difusión en disco se observó una inhibición del crecimiento microbiano, siendo más intenso a una concentración de HAp-Mg 100 µg/mL. Estos resultados señalan promisorios avances en la consideración del Mg-HAp como estrategia antimicrobiana en una variedad de aplicaciones médicas y de biomateriales.

VI. AGRADECIMIENTOS

La oportunidad de formar parte de este proyecto de investigación durante el periodo establecido por el programa del verano de la ciencia, me gustaría agradecer al Comité Organizador del Verano de la Ciencia de la Región Centro, la Universidad Autónoma de Querétaro al igual por la coordinación y orientación para participar en el programa, quisiera agradecer a la Dra. Fabiola Hernández Rosas encargada del proyecto "Síntesis, caracterización y evaluación antimicrobiana de biomateriales para regeneración de tejido óseo a base de nanopartículas de hidroxiapatita dopada con magnesio".

VII. REFERENCIAS

[1] Costa-Pinto, A.R.; Lemos, A.L.; Tavaria, F.K.; Pintado, M. Chitosan and Hydroxyapatite Based Biomaterials toCircumvent Periprosthetic Joint Infections. Materials 2021, 14, 804. https://doi.org/10.3390/ma14040804

[2] de Cueto-López, M., del Pozo-León, J. L., Franco-Álvarez de Luna, F., & Marin-Arriaza, M. (2016). Diagnóstico microbiológico de las infecciones asociadas a dispositivos biomédicos. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 34(10), 655-660. https://doi.org/10.1016/j.eimc.2015.02.012

[3] Kurtjak, M., Vukomanović, M., & Suvorov, D. (2017). Antibacterial nanocomposite of functionalized nanogoldand gallium-doped hydroxyapatite. Materials Letters, 193, 126-129. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2017.01.092

[4] Alioui, H., Bouras, O., & Bollinger, J. C. (2019). Toward an efficient antibacterial agent: Zn- and Mg-dopedhydroxyapatite nanopowders. Journal of Environmental Science and Health, Part A, 54(4), 315-327.https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1550292

[5] Zaatreh, S., Haffner, D., Strauß, M., Wegner, K., Warkentin, M., Lurtz, C., Zamponi, C., Mittelmeier, W.,Kreikemeyer, B., Willumeit-Römer, R., Quandt, E., & Bader, R. (2017). Fast corroding, thin magnesium coatingdisplays antibacterial effects and low cytotoxicity. Biofouling, 33(4), 294-305.https://doi.org/10.1080/08927014.2017.1303832

[6] Liu, J., Liu, J., Attarilar, S., Wang, C., Tamaddon, M., Yang, C., Xie, K., Yao, J., Wang, L., Liu, C., & Tang, Y. (2020).Nano-Modified Titanium Implant Materials: A Way Toward Improved Antibacterial Properties. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.576969

[7] García-Garduño MV, Reyes-Gasga J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. TIP Rev Esp Cienc Quim Biol. 2006;9(2):90-95

[8] Villaseñór-Cerón , L. S., Mendoza-Anaya , D., Reyes-Valderrama, M. I., Salinas Rodríguez , E., & Rodríguez-Lugo, V. (2019). Estudio termodinámico para la obtención de nanohidroxiapatita por el método de microondas. Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI, 7(13), 35-40. https://doi.org/10.29057/icbi.v7i13.4131

[9] Epsylon Erydani Mejía-Martíneza , Zully Matamoros-Velozaa , Juan Carlos Rendon-Angelesb , Kazumichi Yanagisawac, HIDROXIAPATITA DOPADA CON MAGNESIO MEDIANTE SINTESIS HIDROTERMICA, Instituto Nacional de México, Instituto Tecnológico de Saltillo, Saltillo, Coahuila., bCINVESTAV-IPN, Unidad Saltillo, Carr. Saltillo-Monterrey (5 pag.)

[10] Alanís-Gómez JR, Rivera-Muñoz EM, Peza-Ledesma C, Manzano-Ramírez A, Velázquez-Castillo R. A Comparison of Mechanical Properties of Different Hydroxyapatite (HAp) Based Nanocomposites: The Influence of Morphology and Preferential Orientation. J Nanosci Nanotechnol. 2019;20(3):1968–76.

Contribuciones Genéticas a la Corteza Cerebral en Población Mexicana

I.M. Espinosa-Méndez[1,5], D. Ramírez-González[1], T.V. Román-López[1], C.I. Sánchez-Moncada[1], X. Díaz-Téllez[3,5], C.A. Domínguez-Frausto[1], G. E. Guzmán-Tenorio[1], G. D. Robles-Rodríguez[1], A. Piña-Hernández[1,5], E.B. Ortiz-Tapia[1], O. Aldana-Assad[3], A. Medina-Rivera[3], A.E. Ruiz-Contreras[2], M. Rentería[4], S. Alcauter[1]

[1]Instituto de Neurobiología, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México;
[2]Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México;
[3]Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México;
[4]QIMR Berghofer Medical Research Institute, Brisbane, Australia;
[5]Escuela Nacional de Estudios Superiores Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México.

Email: ianespinosa@comunidad.unam.mx

Abstract: Cortical volume, cortical surface area, and cortical thickness are commonly studied as brain morphology traits. However, these measurements are often used interchangeably, despite cortical volume being the product of cortical surface area and cortical thickness, and the latter two appear to show no genetic correspondence. This is problematic as many studies on aging and neuropsychiatric disorders have an incomplete picture of the architecture of the cerebral cortex by only assessing cortical volume or thickness. Additionally, most studies have examined the heritability and genetic correlation of these traits on populations of European and Asian ancestry, and less research on this matter has been conducted on the genetically admixed, Latin American populations. In this study we aim to characterize the heritability and genetic relationship between cortical surface area and cortical mean thickness, both in the overall cortical structure and in specific lobes/hemispheres in a sample of Mexican twins (63 monozygotic pairs and 32 dizygotic pairs) from the Mexican twin registry, TwinsMX. The heritability for the cortical surface area and mean cortical thickness were 68.89% and 27.04%, respectively. On the other hand, the cross-trait genetic correlation between traits was rA=0.34 and they had a phenotypic correlation rP=0.16. In addition, we observe much variability in heritability and genetic correlations between different lobes and hemispheres. In contrast to the previous studies, we found a genetic overlap between both phenotypes which is more in line with other whole genome studies.

Resumen: El volumen, la superficie y el grosor corticales son rasgos morfológicos cerebrales comúnmente estudiados. Sin embargo, estas medidas suelen utilizarse indistintamente, a pesar de que el volumen cortical es el producto del área de superficie y el grosor medio, y de que estos dos últimos no parecen mostrar solapamiento genético. Esto es problemático, ya que muchos estudios sobre el envejecimiento y los trastornos neuropsiquiátricos tienen una imagen incompleta de la arquitectura de la corteza cerebral al evaluar únicamente el volumen o el grosor cortical. Además, la mayoría de los estudios han examinado la heredabilidad y la correlación genética de estos rasgos en poblaciones de ascendencia europea y asiática, y se han realizado menos investigaciones al respecto en las poblaciones mestizas latinoamericanas. En este estudio pretendemos caracterizar la heredabilidad y las relaciones genéticas entre el área de superficie y el grosor cortical medio, tanto en la estructura cortical global como en lóbulos/hemisferios específicos en una muestra de gemelos mexicanos (63 pares monocigóticos y 32 pares dicigóticos) del registro de gemelos mexicanos, TwinsMX. La heredabilidad para el área de superficie y el grosor cortical medio fue del 68.89% y del 27.04%, respectivamente. Por otra parte, la correlación genética cruzada entre rasgos fue rA=0.34 y

tuvieron una correlación fenotípica rP=0.16. Aunado a esto, observamos mucha variabilidad en la heredabilidad y las correlaciones genéticas entre los distintos lóbulos y hemisferios. A diferencia de los estudios anteriores, hallamos un solapamiento genético entre ambos fenotipos que está más en consonancia con otros estudios sobre el genoma completo.

Palabras clave: Genética, gemelos, IRM, cerebro, heredabilidad, mexicanos
Keywords: Genetics, twins, MRI, brain, heritability, Mexican

Introducción

El cerebro humano se caracteriza por una notable variabilidad entre individuos. Variaciones neuroanatómicas y funcionales se reflejan en grandes diferencias individuales en la cognición y el comportamiento (Mueller et al., 2013). La variabilidad en la morfología cerebral se explora mediante el análisis de medidas macroestructurales como el volumen, el área de superficie y el grosor cortical. Sin embargo, estas medidas se utilizan a menudo indistintamente, a pesar de que el volumen cortical es el producto de la superficie y el grosor corticales, y los dos últimos parecen no mostrar solapamiento genético (Panizzon et al, 2009).

Además, la mayoría de los estudios que exploran condiciones neuropsiquiátricas y el impacto del envejecimiento se enfocan exclusivamente en el volumen de regiones cerebrales específicas (McCutcheon et al., 2021; Panizzon et al., 2009). Este enfoque presenta limitaciones, ya que el uso conjunto de las tres medidas macroestructurales podría proporcionar una perspectiva más completa y enriquecedora para caracterizar estos trastornos y los cambios relacionados con la edad.

La variabilidad en la morfología de la corteza cerebral es el producto de influencias genéticas y ambientales, y se ha demostrado que es altamente heredable (Grasby et al., 2020). Esta alta heredabilidad se debe, en parte, a que la señal genética que influye en la morfología cortical está dispersa en numerosas variantes causales, cada una con un efecto pequeño (Fan et al., 2018).

El grosor cortical y el área de superficie son dos medidas morfológicas separables que se ha informado siguen trayectorias diferentes a lo largo de la vida y están asociadas de manera diferencial con la capacidad cognitiva y trastornos psiquiátricos (van der Meer et al., 2020). Estos dos fenotipos también tienen una organización celular distinta ya que según la hipótesis de la unidad radial de la expansión cortical sostiene que el tamaño del área superficial cortical está influenciado por el número de columnas, mientras que el grosor cortical está influenciado por el número de células dentro de una columna (Rakic 1988).

Siguiendo esta línea, en el estudio de asociación genómica más extenso hasta la fecha para la corteza cerebral, se observó que el área superficial está bajo la influencia de variantes genéticas que controlan las células progenitoras neurales durante el desarrollo fetal, mientras que el grosor cortical está influenciado por elementos reguladores activos en muestras cerebrales de adultos, lo que podría estar relacionado con procesos posteriores en la vida, como la mielinización, la ramificación o la poda sináptica (Grasby et al., 2020).

Además, investigaciones de neuroimagen en gemelos han revelado que, a pesar de la marcada heredabilidad de ambas medidas, no se observa una correlación genética entre estos dos fenotipos. Esto sugiere que, debido a sus bases genéticas distintas, estos fenotipos deben ser evaluados de manera independiente (Panizzon et al., 2009).

Toda esta evidencia sugiere que el área de superficie cortical y el grosor medio cortical podrían ser rasgos complejos que es relevante estudiar independientemente del volumen cortical, debido a sus diferentes propiedades anatómicas y diferentes influencias genéticas. Por otro lado, la mayoría de los estudios han examinado la heredabilidad y la correlación genética de estos rasgos en poblaciones de ascendencia europea y

asiática, y existen menos investigaciones al respecto en poblaciones mestizas, como la mexicana.

El objetivo de este estudio es caracterizar la heredabilidad y las relaciones genéticas entre el área de superficie y el grosor medio, tanto en la estructura cortical global, así como en lóbulos/hemisferios específicos en una muestra de gemelos mexicanos. Estimar estas contribuciones genéticas nos daría información epidemiológica relevante para nuestra población, además de comprender mejor la relación entre estas dos medidas morfológicas.

Metodología

Participantes

Se utilizó con una muestra de 194 sujetos, 97 pares de gemelos (63 monocigóticos (MZ) y 32 dicigóticos (DZ)) del registro mexicano de gemelos, TwinsMX (León-Apodaca et al., 2019). Los sujetos tienen una media de edad de 31±9 años (rango: 18-57). 144 mujeres, 40 hombres.

Adquisición y Procesamiento de imágenes

El estudio de neuroimagen se realizó en la Unidad de Resonancia Magnética (URM) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), perteneciente al Laboratorio Nacional de Resonancia Magnética (LANIREM). Las imágenes de resonancia magnética se obtienen utilizando un escáner de 3T Philips Achieva TX. Se adquirieron imágenes estructurales de alta resolución ponderadas a contraste T1 utilizando 3-Dimensional-Spoiled Gradient-Recalled Echo (3D-SPGR) (TR/TE=2530/3.25ms, tamaño de vóxel 1x1x1 mm^3, FOV=256x256 mm^2). Las imágenes se procesaron con el pipeline recon all de FreeSurfer v7.3.2 (Reuter et al., 2012)., que produce una estimación del área de superficie, el grosor medio y el volumen cortical. La división por lóbulos se realizó de acuerdo con el atlas Desikan-Killiany (Klein y Tourville, 2012).

Análisis de los Datos

Para estimar las contribuciones genéticas y ambientales del área de superficie y grosor medio cortical se utilizó un modelo ACE univariado utilizando el paquete de R (v.4.10.50 y Open Mxv2.20.6) (Bates et al.,2019). En los análisis de ACE univariados, la varianza de cualquier rasgo se descompone en la proporción atribuida a influencias genéticas aditivas (A) (también conocida como heredabilidad), influencias ambientales compartidas o comunes (C) (es decir, factores ambientales que afectan por igual a ambos miembros de un par) e influencias ambientales únicas (E), que también incluyen errores de medición (Eaves et al., 1978). El modelo resultante generalmente se denomina modelo "ACE". Dado que los gemelos monocigóticos (MZ) comparten el 100% de sus genes segregados, se correlacionan perfectamente ($r = 1.0$) en términos de influencias genéticas. En contraste, los gemelos dicigóticos (DZ) comparten en promedio el 50% de sus genes segregados, lo que resulta en correlaciones de 0.50 para las influencias genéticas aditivas. Las influencias ambientales compartidas o comunes, definidas como cualquier factor ambiental que afecta por igual a ambos miembros de un par de gemelos, correlacionan 1.0 dentro de un par de gemelos. Se asume que las influencias ambientales únicas o individuales no están correlacionadas entre gemelos.

Para las correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas se hizo un análisis ACE bivariado. Los análisis multivariados extienden los modelos ACE para descomponer no solo la varianza de un rasgo en componentes genéticos y ambientales, sino también para descomponer la covarianza entre rasgos. Al obtener las estimaciones de la covarianza genética y ambiental podemos calcular correlaciones genéticas y ambientales. En términos estadísticos, la correlación genética entre dos rasgos es igual a su covarianza genética dividida por la raíz cuadrada del producto de sus respectivas varianzas genéticas separadas (Neale y Cardon, 1992). Las correlaciones ambientales comunes y únicas se

calculan de manera similar utilizando las respectivas las respectivas varianzas y covarianzas.

La correlación fenotípica se calcula sumando tres componentes: la correlación genética, que depende de las heredabilidades estandarizadas de los rasgos; la correlación ambiental compartida, que depende de las varianzas ambientales estandarizadas compartidas de los rasgos; y la correlación ambiental no compartida, que depende de las varianzas ambientales estandarizadas no compartidas de los rasgos. En resumen, la correlación fenotípica es el resultado de la contribución tanto genética como ambiental a la relación entre dos rasgos (Posthuma, 2009).

Conceptualmente, la correlación genética proporciona una indicación del grado en que dos rasgos son genéticamente únicos, evidenciado por una correlación genética cercana a cero, o exhiben superposición genética. Una correlación genética de 1.0 indicaría que el mismo conjunto de genes influye en ambos rasgos. Sin embargo, una gran correlación genética no implica una gran correlación fenotípica, ya que ésta también depende de las heredabilidades. Si las heredabilidades son bajas, la contribución genética a la correlación observada también será baja. También, una correlación genética no implica que los genes solapados tengan efectos de similar magnitud en cada rasgo. Los genes solapados pueden incluso actuar en un rasgo y mostrar dominancia en el segundo. rasgo. Además, una correlación genética inferior a uno no puede no puede excluir que todos los genes se solapen entre los dos rasgos (Carey, 1988). Un razonamiento similar se aplica a la correlación ambiental.

Resultados

La heredabilidad para la superficie y el grosor corticales medio fue del 68.89% y del 27.04%,

	Área de Superficie			Grosor Cortical Medio			Correlaciones			
	A	C	E	A	C	E	Fenotípica	Genética	Ambiental Compartido	Ambiental no Compartido
Materia Gris Cortical Total	0.69	0.26	0.05	0.27	0.48	0.25	0.16	0.34	-0.36	-0.11
Lóbulo Frontal Izquierdo	0.59	0.36	0.06	0.17	0.62	0.21	-0.01	0.18	-0.24	-0.08
Lóbulo Frontal Izquierdo	0.42	0.48	0.11	0.08	0.66	0.25	0.30	0.68	-0.16	-0.04
Lóbulo Temporal Izquierdo	0.58	0.35	0.07	0.14	0.48	0.40	0.16	0.40	-0.23	0.11
Lóbulo Temporal Derecho	0.66	0.25	0.09	0.26	0.36	0.38	0.11	0.22	-0.18	-0.03
Lóbulo Parietal Izquierdo	0.76	0.15	0.10	0.21	0.33	0.46	-0.02	0.24	-0.6	-0.28
Lóbulo Parietal Derecho	0.55	0.30	0.19	0.30	0.23	0.48	-0.00	0.38	-0.6	-0.33
Lóbulo Occipital Izquierdo	0.64	0.18	0.18	0.03	0.41	0.56	-0.54	1.00	-0.84	-0.03
Lóbulo Occipital Derecho	0.27	0.53	0.19	0.50	0.00	0.49	0.13	0.32	0.00	-0.24
Lóbulo del Cíngulo Izquierdo	0.42	0.27	0.31	0.56	0.13	0.30	0.14	0.34	-1.00	-0.26
Lóbulo del Cíngulo Derecho	0.58	0.17	0.25	0.20	0.40	0.40	0.01	0.25	-1.00	-0.2

Tabla 1. Componentes de varianza genética, compartida y ambiental única. A: proporción de varianza fenotípica debida a factores genéticos (heredabilidad), C: proporción de varianza fenotípica debida a factores ambientales compartidos, E: proporción de varianza fenotípica debida a factores ambientales únicos. La correlación genética indica el grado en que dos rasgos son genéticamente únicos o presentan solapamiento genético. La correlación fenotípica representa la similitud fenotípica global entre dos rasgos e incluye la influencia tanto de la genética como del entorno compartido. Las correlaciones ambientales compartidas y únicas explican la influencia de los factores ambientales compartidos y únicos, respectivamente, en la correlación entre dos rasgos.

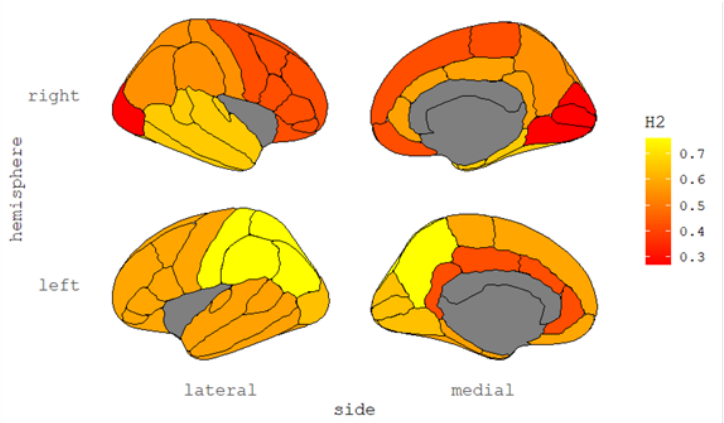


Figura 1. Variabilidad de la heredabilidad de la superficie cortical entre lóbulos y hemisferios. H2: proporción de varianza fenotípica debida a factores genéticos (heredabilidad).

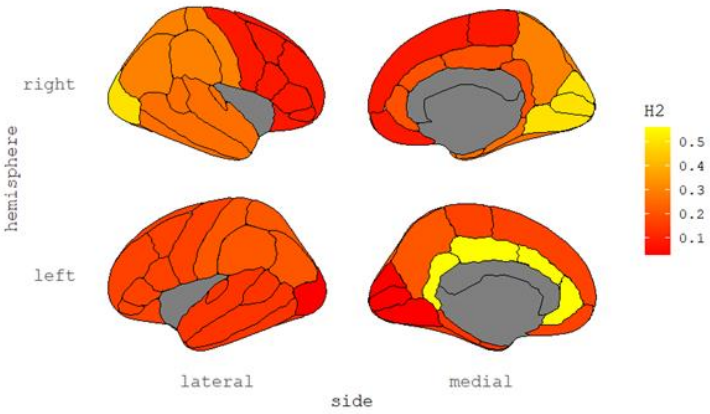


Figura 2. Variabilidad de la heredabilidad del grosor cortical medio entre lóbulos y hemisferios. H2: proporción de varianza fenotípica debida a factores genéticos (heredabilidad).

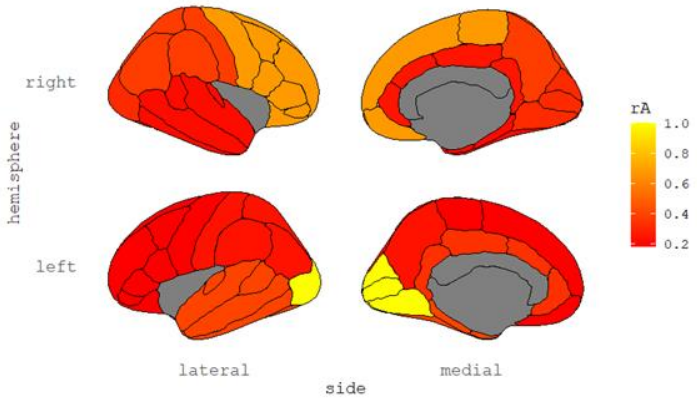


Figura 3. Variabilidad de la correlación genética entre área de superficie y grosor cortical medio entre lóbulos y hemisferios. rA: correlación genética entre fenotipos (solapamiento genético).

respectivamente. Por otra parte, la correlación genética cruzada entre rasgos fue rA=0.34 y tuvieron una correlación fenotípica rP=0.16. Además, observamos mucha variabilidad en la heredabilidad y las correlaciones genéticas entre los distintos lóbulos y hemisferios (Tabla 1, Figuras 1, 2, 3).

Discusión y Conclusiones

La heredabilidad de la superficie cortical coincide con la reportada en población vietnamita (89%), mientras que el grosor cortical es notablemente inferior (26% frente al 81% registrado) (Panizzon et al., 2009). Estos resultados indican que los factores ambientales tienen un mayor impacto en el grosor cortical dentro de la población mexicana. Esto tiene sentido ya que estudios de variación entre individuos en el tamaño cerebral de adultos han descubierto que las diferencias en el volumen de materia gris cortical son impulsadas casi exclusivamente por las diferencias en el área superficial cortical en lugar del grosor cortical, lo que sugiere que hay poca covariación entre estas dos medidas (Im et al., 2008).

Esta nueva evidencia sugiere que el área superficial y el grosor son características distintas en lugar de ser redundantes en la estructura cortical. Y aunque la heredabilidad y los correlatos genéticos de estos fenotipos son específicos de cada región y tienen rangos muy variables, acaban contribuyendo a la alta heredabilidad en medidas globales como la superficie cortical y el volumen cerebral total.

A diferencia de otros estudios de neuroimagen, encontramos un solapamiento genético entre ambos fenotipos. Esto está más en consonancia con otros GWAS que tienen en cuenta loci genéticos compartidos presentes en rasgos complejos como las medidas cerebrales, incluso en ausencia de correlación genética, debido a las direcciones mixtas de los efectos (van der Meer et al., 2020).

Estos hallazgos representan un avance significativo en nuestra comprensión de la estructura cerebral en nuestra población, ya que hasta el momento no

existían investigaciones previas en población mexicana. Estos resultados tienen el potencial de contribuir a una caracterización más precisa de las variaciones en el envejecimiento y en las enfermedades neuropsiquiátricas dentro de nuestra población. Sin embargo, es importante destacar la necesidad de llevar a cabo análisis adicionales centrados en diferentes regiones de interés (ROI) en lugar de depender exclusivamente de medidas globales y realizar asociaciones genéticas especificas usando estudios de secuenciación del genoma completo.

Agradecimientos: Agradecemos a los gemelos que participan en TwinsMX. También agradecemos a Leopoldo González Santos, Luis Alberto Aguilar Jair García por la asistencia técnica, a Erick Pasaye por su apoyo técnico durante las adquisiciones de resonancia magnética, al LANIREM y al Laboratorio Nacional de Visualización Científica Avanzada (LAVIS), UNAM, por los recursos de imagen y cómputo. Este trabajo fue apoyado por CONACYT CF-2019-6390.

Referencias

- Bates, T. C., Maes, H., & Neale, M. C. (2019). umx: twin and path-based structural equation modeling in R. Twin Research and Human Genetics, 22(1), 27-41.
- Eaves, L. J., Last, K. A., Young, P. A., y Martin, N. G. (1978). Model-fitting approaches to the analysis of human behaviour. Heredity, 41(3), 249-320.
- Fan, C. C., Smeland, O. B., Schork, A. J., Chen, C. H., Holland, D., Lo, M. T., ... y Dale, A. M. (2018). Beyond heritability: improving discoverability in imaging genetics. Human molecular genetics, 27(R1), R22-R28.
- Grasby, K. L., Jahanshad, N., Painter, J. N., Colodro-Conde, L., Bralten, J., Hibar, D. P., ... y Van Rooij, D. (2020). The genetic architecture of the human cerebral cortex. Science, 367(6484), eaay6690.
- Im, K., Lee, J. M., Lyttelton, O., Kim, S. H., Evans, A. C., y Kim, S. I. (2008). Brain size and cortical structure in the adult human brain. Cerebral cortex, 18(9), 2181-2191.
- Klein, A., y Tourville, J. (2012). 101 labeled brain images and a consistent human cortical labeling protocol. Frontiers in neuroscience, 6, 171.
- McCutcheon, R., Pillinger, T., Welby, G., Vano, L., Cummings, C., Guo, X., ... y Howes, O. (2021). Magnitude and variability of structural brain abnormalities in neuropsychiatric disease: protocol for a network meta-analysis of MRI studies. BMJ Ment Health, 24(3), 111-114.
- Mueller, S., Wang, D., Fox, M. D., Yeo, B. T., Sepulcre, J., Sabuncu, M. R., ... y Liu, H. (2013). Individual variability in functional connectivity architecture of the human brain. Neuron, 77(3), 586-595.
- Neale, M. C., Cardon, L. R., Neale, M. C., y Cardon, L. R. (1992). Data summary. Methodology for genetic studies of twins and families, 35-53.
- Panizzon, M. S., Fennema-Notestine, C., Eyler, L. T., Jernigan, T. L., Prom-Wormley, E., Neale, M., ... y Kremen, W. S. (2009). Distinct genetic influences on cortical surface area and cortical thickness. Cerebral cortex, 19(11), 2728-2735.
- Posthuma, D. (2009). Multivariate genetic analysis. In Handbook of behavior genetics (pp. 47-59). New York, NY: Springer New York.
- Rakic, P. (1988). Specification of cerebral cortical areas. Science, 241(4862), 170-176.
- Reuter, M., Schmansky, N.J., Rosas, H.D., Fischl, B. 2012. Within-Subject Template Estimation for Unbiased Longitudinal Image Analysis. Neuroimage 61 (4), 1402-1418. http://reuter.mit.edu/papers/reuter-long12.pdf
- van der Meer, D., Frei, O., Kaufmann, T., Chen, C. H., Thompson, W. K., O'Connell, K. S., ... y Andreassen, O. A. (2020). Quantifying the polygenic architecture of the human cerebral cortex: extensive genetic overlap between cortical thickness and surface area. Cerebral Cortex, 30(10), 5597-5603.

Literatura con adolescentes hospitalizados. Intervención en contextos adversos.

Autor: Christian Alejandro Gallegos Mendoza.
Egresado de la Facultad de Psicología y Educación, Licenciatura en Psicología Clínica
cgallegos09@alumnos.uaq.mx
Dra. María Cristina Ortega Martínez.
Docente en la Facultad de Psicología y Educación.
maria.cristina.ortega@uaq.mx

Resumen

La **hospitalización** en **adolescentes** se presenta como un contexto adverso en el que se puede requerir la aplicación de intervenciones clínicas poco convencionales, que permitan escuchar a los adolescentes más allá del discurso médico y hospitalario. En este caso la intervención desde la literatura resulta una vía de intervención psicológica pues posibilita el **espacio potencial** donde se desarrolla la **creatividad**, esto desde el desarrollo teórico de D. Winnicott. Para lo anterior es necesaria una **escucha activa,** que solo es posible a través de la reflexión del psicólogo mismo para generar espacios que permitan la resignificación de la experiencia hospitalaria y fortalezcan el lazo social en adolescentes hospitalizados.

Palabras clave: Espacio potencial, adolescentes, hospitalización, creatividad, escucha activa.

Abstract

The **hospitalization** of **adolescents** is presented as an adverse context for which the application of unconventional clinical interventions could be necessary, allowing adolescents to be heard beyond the medical and hospital discourse. In this case, intervention through literature could be a form of psychological intervention since it enables the **potential space** where **creativity** develops, this counts from the theoretical development of D. Winnicott. For this reason, **active listening** is necessary, which is only possible through the reflection of the psychologist himself to generate spaces that allow the re-signification of the hospital experience and strengthen the social bond in hospitalized adolescents.

Palabras clave: Potential space, adolescents, hospitalization, creativity, active listening.

Introducción

La presente investigación aborda dos áreas, la literatura, como una creación estética, artística y cultural; y de la psicología clínica, como un espacio de escucha posible, desde un enfoque psicoanalítico.

La literatura puede ejercer una función de soporte dentro de contextos de vulnerabilidad. Como antecedente se considera el trabajo de Herrera y Reynoso (2017) *La lectura literaria: experiencia en contextos de vulnerabilidad*. Trabajo que fue llevado con jóvenes con problemas de consumo de sustancias, con niños hospitalizados, en Argentina. Con su investigación llevada a cabo entre los años de 2013 y 2014, concluyeron que la mediación de lectura literaria plantea un "juego infinito" que abre la pluralidad de la palabra, donde se ponen en juego experiencias subjetivas de cada participante. Así, la literatura logra "fortalecer la subjetividad de niños y jóvenes" pues, se vuelve un "acontecimiento que permite liberar de estados de angustia u otras sensaciones negativas" (Herrera & Reynoso, 2017, pp. 121-124). Para la actual investigación se tiene un acercamiento similar a la citada anteriormente, con la diferencia de que se centrara en población adolescente hospitalizada con diagnostico variable y sin problemas de consumo por sustancias nocivas para la salud.

Sustentar nuestra existencia desde la individualidad resulta impensable. El intercambio entre sujetos es lo que genera un movimiento y

desarrollo de la interioridad (Petit, 2008). Leer es un espacio para estar en contacto con el otro, no solo de adquisición de ideas, sino que, en este intercambio se genera un espacio donde se despliega la cultura. Así, para Petit (2008), la literatura nos permite "explorar la experiencia humana" (p. 23), para darle un sentido y valor poético, tanto a nuestra experiencia como a la de los demás.

Al acercar la literatura a adolescentes se busca la creación de espacios para expresión y escucha de adolescentes hospitalizados.

Se suele considerar a la adolescencia como una etapa de desarrollo humano que resulta de difícil abordaje. La realidad es que son pocos los espacios y oportunidades que se han creado en torno y para las adolescencias. En esta etapa se presenta una crisis desde el interior y la mirada propia, en la cual hay un choque entre lo aprendido de los padres, los adultos, la civilización misma, contra lo aprendido por los propios adolescentes, como los amigos. Se pretende la creación de una nueva historia a partir de los restos del pasado infantil, lo que genera una crisis subjetiva (Moreno, 2014).

Ahora bien, cuando se ingresa en un hospital, lo que se vuelve central es el cuerpo, cómo se siente, cómo evoluciona, si sana o no; se prioriza tanto para el personal del hospital, como para el paciente y sus familiares (Deberti, 2011). Se prioriza la atención de lo cuantificable, así en el hospital se crean rutinas y estructuras, que se centran en lo atender la enfermedad. Es así, que el paciente se vuelve un ente pasivo, se convierte en "objeto de enfermedad" (Hernández, 2012, p. 68). que adquiere identidad mediante el síntoma.

Se antepone una cura en lo fisiológico e ignora las características del individuo mismo como su historia de vida particular, su mundo interior, su identidad, su realidad socioeconómica y cultural (Seriodo, 2016). La estructura hospitalaria, la forma en que se hablan y quienes actúan en dicha institución forman un discurso. Un discurso hospitalario absorbe al sujeto y lo coloca como enfermo, como un paciente más uniformado, identificado por el número en su cama.

Más allá de las tecnologías e instrumentos de medición, de aparatos a los que se conecta un cuerpo, más allá de la medicina hospitalaria, desde la psicología, se pretende atender la singularidad del paciente. Desde una postura clínica psicoanalítica, el objetivo es restablecer y conservar el lazo social, lazo que se comienza a perder con la objetivación del paciente (Rojas Hernández & Vega Martínez, 2012). La práctica psicoanalítica implica una escucha que permite escuchar más allá del "estar ahí físicamente" (Herrera, 2012, p. 128)

Ante la descripción anterior, vale la pena señalar las consideraciones propuestas por D. Winnicott en *Realidad y juego* (1971), se trata de la *actitud profesional* del psicoterapeuta, con la cual se pretende generar un ambiente de confianza y aceptación hacia lo que es dicho por el paciente, permitiéndole hablar de manera libre. Ahí en ese espacio generado por el psicólogo, entre él y el paciente, puede surgir un espacio potencial de creación, el cual, similar al juego, permite experimentar el continuo espacio-tiempo y el descubrimiento de la persona en sí misma. Este potencial creador es una forma de colocarse ante el mundo y la capacidad de hacerle frente a las dificultades del cotidiano.

Con lo anterior surge la pregunta ¿la literatura puede generar un espacio potencial creativo en adoleces hospitalizados? Un *espacio potencial* que permita la resignificación de la experiencia hospitalaria.

En la búsqueda de responder la pregunta anterior, se planteó como objetivo general observar el contacto de la literatura en adolescentes hospitalizados como forma de generar un *espacio potencial*. Y como objetivos específicos: a) escuchar como a través de la literatura se posibilita la resignificación de la experiencia hospitalaria; b) reconocer alguna modificación en la experiencia corporal desde el ingreso al hospital y tras tener contacto con la literatura; c)

reconocer la posibilidad de nuevas interacciones con otros semejantes abiertas por la literatura.

El trabajo de campo se realizó desde la se realizó mediación lectora con adolescentes hospitalizados en el área pediátrica del Hospital General IMSS 1 de Querétaro, a través, del programa Acariciando palabras de la Biblioteca Infantil de la Universidad Autónoma de Querétaro (BIUAQ). Desde dicha labor de mediación se buscó observar y conocer lo que ocurre en la interacción con la literatura en la subjetividad del adolescente hospitalizado, teniendo como punto de referencia, para la comprensión de lo ocurrido un enfoque psicoanalítico desde la propuesta de Donald W. Winnicott en *Realidad y Juego* (1971).

Metodología

La presente investigación parte de una metodología cualitativa donde se pretende el análisis de procesos en su ambiente *natural*, procesos no controlados ni reglados. Se tiene conciencia de la ausencia de neutralidad en la obtención y recopilación de datos, considerando la relación humana directa entre el sujeto investigado y el observador (López, 2014). El diseño para la investigación es longitudinal tipo panel, se trabajó con los mismos sujetos, tres seleccionados, con el fin de conocer los cambios individuales experimentados por cada uno (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010), ello, después del contacto con la literatura durante el tiempo que lo permitiera su proceso hospitalario, con la particularidad que no se tuvo la misma duración para los tres, pues podrían ser dados de alta, encontrarse en alguna cita de análisis químicos o médicos, o simplemente estar indispuestos para escuchar literatura.

Dos son las formas de recopilación de datos, primero como estudio de caso, ya que se está estudiando un fenómeno *microsocial*, con una muestra pequeña, la técnica principal utilizada para dicha investigación es la conocida como estudio configurativo-ideográfico, ya que, partiendo de la información obtenida durante las visitas a campo, se realizó una relación de dicha información con elementos teóricos (López, 2014).

Las intervenciones se realizaron en el IMSS Hospital General Regional No. 1 de Querétaro, en el quinto piso, donde se encuentra el área de pediatría. A dicho lugar se tiene acceso por medio del voluntariado del IMSS. Como actividad principal, desde BIUAQ se realiza lectura en la cama de manera individual con los pacientes, se realizó observación y algunas preguntas que resultaran pertinentes para el psicólogo-mediador, acorde a la disponibilidad y apertura que mostrada los adolescentes. La población con la que se trabajará en dicha investigación será seleccionada por oportunidad, debido al diseño que les fue dado a las intervenciones, por lo tanto, no hay un límite de sesiones ni mínimo ni máximo, para la inclusión de las experiencias en la sesión.

Ampliamente, el procedimiento fue el siguiente:

1. Espacio de mediación de lectura: lectura individual con pacientes en camas.
2. Observación general del adolescente durante el proceso de lectura.
3. Conversación en torno y a partir de la lectura.
4. Recapitulación y análisis de las sesiones.

Dicha observación y recapitulación de datos se realizó una vez que tanto los adolescentes como sus acompañantes fueron conscientes de su participación en la investigación y los fines de ésta. Lo anterior por medio de cartas de consentimiento informado las cuales firmaran los tutores, padres o acompañantes de los adolescentes.

Debido a que se trata de una investigación psicológica que toma base en la teoría psicoanalítica, la técnica principal de recolección de información será la observación y escucha activa.

El desarrollo de las sesiones y de la recopilación de datos es la siguiente:

a) Presentarse, primero con el adolescente, luego con el acompañante. Nombrarse y darse a conocer como miembro de la facultad y como mediador de lectura miembro de BIUAQ.
b) Invitar a que se realice lectura en voz alta. Si el adolescente declina, retirarse.
c) Presentar una selección de libros, entre los cuales el adolescente pueda escoger sí así lo desea. Si el adolescente no selecciona, el mediador puede sugerir o elegir.
d) Realizar lectura en voz alta, del libro seleccionado.
e) Tras la lectura hacer preguntas referentes a la lectura como: si le ha gustado o no, si le hizo pensar en algo.
f) Comenzar con otra lectura si el adolescente lo desea.
g) Volver a preguntar sobre la lectura. Si el ambiente es considerado propicio por el psicólogo-mediador, realizar preguntas sobre su individualidad.
h) Continuar el proceso intercalando entre lectura y preguntas, hasta donde el adolescente lo permita.
i) Si es la primera sesión, presentar las cartas de consentimiento informado y darlas a firmar, comentando sobre investigación.
j) Dar por concluida la sesión y despedirse.

Resultados

Contexto de las intervenciones

Se asistió un total de cinco días al piso de pediatría en un periodo de quince días, se pudo observar e interpretar información pertinente para contestar a las preguntas de investigación. Si bien, durante este tiempo se tuvo interacción con viarios adolescentes, la recopilación de datos se centró en tres, debido al prolongado periodo de su estancia hospitalaria. Con ello se pudo hacer un trabajo continuo, dar seguimiento y hacer indagaciones.

De los tres adolescentes seleccionados dos de ellos eran varones, la tercera adolescente escogida para la investigación fue una chica. El motivo por el que se encontraban en hospitalización era distinto, así como el periodo de su estancia. Se describirán en él orden cronológico en el que se tuvo interacción con ellos.

B. chica de 13 años, hospitalizada alrededor de diez días, el motivo de su hospitalización, ella refiere como anemia. Su complexión era delgada y en las primeras interacciones se nota cansada. Solo se pudo ver como acompañante a su madre durante las interacciones. Su madre tenía la peculiaridad de alejarse una vez que comenzaba la mediación lectora con B.

C. chico de 16 años, no especificó el motivo de su hospitalización, solo comentó un fuerte dolor de cabeza y dolor e inmovilidad del brazo izquierdo; cuando se le pregunto el diagnostico no dio respuesta. Permaneció en el hospital poco más de quince días. Se pudo notar la presencia de dos acompañantes su madre y su padre, quienes rotaban turnos.

A. chico de 17 años, se encuentra la mayor parte del tiempo boca abajo, ello porque el motivo que lo llevo al hospital fue un absceso en el glúteo derecho, por lo que debía de permanecer en esa posición para no incomodarse. En la mayoría de las interacciones, tres de las cuatro, se encontraba presente su madre, solo en la primera ocasión se encontraba su padre.

Interacción de la literatura con adolescentes hospitalizados

Las coordenadas desde donde se realiza el análisis de lo experimentado con los adolescentes hospitalizados son dos, la primera, desde una perspectiva psicoanalítica, considerando en especial a D. Winnicott, sin negar otras escuelas con que comprender el problema; y la segunda mirada parte de los recorridos hechos por Michel Petit, antropóloga francesa, respecto a la literatura y a la mediación lectora en contextos de vulnerabilidad.

¿Hay una modificación en la percepción corporal desde el ingreso al hospital y tras tener contacto con la literatura?

Los cuerpos no solo están afectados por el padecer y el dolor fisiológico de la enfermedad que atraviesan los adolescentes en el hospital, sino que, se concibe al cuerpo como un espacio simbólico (Hernández, 2012), construido desde el discurso de otros, un cuerpo con carácter simbólico-cultural.

En A., por ejemplo, quien se encuentra la mayor parte del tiempo boca abajo, ello debido su afección y las condiciones mismas del hospital, es decir, una cama con base metálica movible y una colchoneta tapizada en vinilo color verde. se le suman también las indicaciones de médicos, enfermeras, sus propios padres, más el propio dolor de A. Dicha postura afecta su percepción respecto a lo exterior, lo que ocurre en el hospital y la percepción del tiempo, así como, el modo en que es percibido A. por los demás.

En el primer encuentro con A., debido a su poca movilidad, se pensó que dormía, por lo que no se buscó interacción con él. Días después, aunque la posición era la misma, el psicólogo-mediador se acercó para ofrecerle alguna lectura, y se le pregunto por la posición que mantenía. A. contestó que esa posición era la más cómoda en su padecer. Ya en ese momento A. realizo un movimiento, un cambio de posición, giró su cuerpo quedando de costado, levantando la vista. Con las siguientes interacciones la respuesta de A. era más inmediata, acomodaba su cuerpo para escuchar la lectura y ver las ilustraciones. El cambio de postura, la posibilidad de percibir de A. se modificó, ya no veía el mismo punto fijo de la pared. Con ese movimiento también se percibía a A. alguien como más activo y despierto, ya no retenido por la incomodidad de su afección.

Con c, en otro caso, en las primeras dos visitas presentaba poca movilidad. En la tercera, se le encontró sentado en la cama, cuando ve al psicólogo-mediador, busca acostarse, se le comenta que puede tomar la postura que quisiera, a lo que C. responde "prefiero sentarme". La respuesta de C. se puede leer como la disposición de escuchar del paciente. Se genera un espacio para compartir y de escucha entre psicólogo-mediador y el paciente más allá del "estar ahí físicamente" (Herrera, 2012, p. 128), que C. demuestra en su movimiento corporal.

¿El contacto con la literatura posibilita la resignificación de la experiencia hospitalaria?

> "Cuando escoge el libro, su madre comenta "¿ya quisieras que fuera sábado verdad?, otro sábado". Pregunto por qué lo comenta, responde que lo más seguro es que pase otra semana, ésta es ya su tercera semana, se aproxima a llevar un mes entero es está cama."[1]

La conversación ocurrida entre A y su madre y el psicólogo-mediador, luego de que A. escogiera *Sábado* de Alfonsina Storni da cuenta de dos fenómenos, por un lado, la sistematización y las estructuras rutinarias en un ambiente hospitalario (Butragueño, et. al, 2016) que genera consecuencias psíquicas, como la distorsión la percepción del tiempo. Por otro lado, la posibilidad de la ruptura de esa rutina, en este caso a través de la madre, por su comentario en tono de chiste, que sirve para reconocer lo que ocurre ahí y a la vez cuestionárselo. Considerando los estudios de Petit (2008), la posibilidad de compartir y escuchar con otros brinda la posibilidad de salir de la repetición y la pasividad ante la enfermedad y el transitar por el hospital.

El desarrollo de las cinco intervenciones con C. da pie esbozar alguna respuesta al problema de investigación. En la primera visita, C. apenas si podía moverse, pues tenía un fuerte dolor cabeza y en su mano izquierda, en ese momento, quien tomó la iniciativa fue la madre. En el transcurrir de las visitas C. se mostraba con mejor estado de salud y también expresaba una respuesta más activa hacia la lectura. Con el paso de las visitas, C. pedía lecturas más largas y con estructura más compleja, como pasar de cuentos cortos a cuentos largos y poesía. También, hay que mencionar que los padres de C. comenzaron a acercarle libros de

[1] Transcripciones de diarios de campo

la ludoteca que se encuentra en el piso de pediatría.

Con los periodos más largos de interacción, se abría el espacio para hacer más preguntas respecto a su salud, su sentir y pensar de lo leído y en general sobre su vida fuera del hospital.

En la quinta vista, después de haber leído con él tres poemas de Jorge Fernández Granados, se narra lo siguiente:

> "Para el cuarto, le pregunto si a él le gustaría leer algo en voz alta, responde: "no sé leer", le pregunto un poco en broma cómo es que no sabe, comenta que fue hasta su estancia aquí en el hospital que se ha animado a leer, que antes no le gustaba".

¿Qué ocurrió para que un chico que no leía encontrara en el hospital gusto por la literatura?

Desde este encuentro fortuito y forzado en el hospital, donde los pacientes optan por una posición pasiva ante su enfermedad, el psicoanálisis como *clínica de la palabra* (Cherchover, 2000) se presta como posibilidad para C. de salir de su posición pasiva como paciente, ello desde la literatura y el contacto que el otro (el psicólogo-mediador) le pudo brindar con el intercambio de palabras y la escucha de inquietudes que pasan desapercibidas por el personal médico.

Desde la teoría desarrollada por D. Winnicott, se piensa el *espacio potencial* entre el mundo interior y exterior, en dicho espacio durante la infancia se desarrolla el juego, hacia la adultez, este se traslada hacia la experiencia cultural (1971). En este caso, dicha experiencia presente en la literatura. Dicho *espacio potencial* es relevante, ya sea por el juego o por experiencias culturales, pues es lo que da pie a un vivir creador, hacia la creación.

La creatividad, como potencial humano (Winnicott, 1971), da la posibilidad de desarrollo de dos pautas esenciales para cualquier persona, que es experimentar el continuo espacio-tiempo y el descubrimiento de la persona misma. Eventos que se observan en C. cuando se reconoce como un paciente que lleva dos semanas en el hospital y a la espera de que se programe su cirugía, y cuando logra reconocerse a sí mismo y a otros a través de la lectura mediada.

Sobre la cuarta visita se narra lo siguiente:

> El primer poema que escogió fue *Los peces*, le advertí que era un poco largo—advertencia innecesaria—pregunte por la parte que más le gusto, comento que le gusto porque hablaba de animales y le recordó a alguien que le gustaban los peces.
>
> El segundo poema que escogió él fue *Los muertos,* después de leerlo de igual manera le pregunte que le había gustado, comento que de nuevo le hizo pensar en alguien.

Y en la quinta visita, se dice lo siguiente respecto al poema *El mago*:

> El escoge el tercero, el mago, le pregunto por su elección, si pensó en algo, comenta que sí, que cuando era niño él quería ser mago, solo que ahora ya no tiene tiempo por la escuela y su servicio. Leo el poema.

Para Winnicott (1971) la presencia del potencial creador posibilita una manera de hacerle frente al mundo, potencial que se ve mermado por el mismo andar cotidiano y la estructura de la civilización y sociedad que van reduciendo dicha capacidad creativa, situación que se presenta también en un contexto como el hospitalario. Por ello, al proponer estos espacios, como potenciales de creación, a través de la mediación lectora y una escucha activa desde una perspectiva psicoanalítica, puede generarse una nueva forma de transitar la hospitalización como ocurre con C.

¿El contacto con la literatura genera modificaciones en la relación del adolescente con otros?

Sostener y conservar el lazo social del paciente, ya sea con sus cuidadores o compañeros de piso, es crucial en la búsqueda de sostener un dialogo desde la experiencia simbólica que permita la

resignificar la experiencia hospitalaria, (Rojas Hernández & Vega Martínez, 2012).

Durante la segunda sesión con C., se leyó *El cuento feo de las carnitas* de Leonora Carrington, al retirarse el mediador, se notó como iniciaba una conversación entre C. y su madre. Se puede observar como la literatura se presentó como un espacio de diálogo entre ambos. Un diálogo que iba más allá del padecer de C. y el de su familia, con risas y miradas de complicidad.

Se muestra la pertinencia de la literatura como espacio para el diálogo, así como, notar que no es estricta la presencia de un psicólogo o mediador para que se genere dicho diálogo. La posibilidad que brinda el mediador lector es un espacio fuera de la cotidianidad y la rutina hospitalaria, actúa como un agente externo a la discursividad del hospital y posibilita el sostén del lazo social

Otro caso para considerar es lo que ocurre con B. y su elección de libros. B. compartía sala con A., y al momento de elección de libro para que el mediador se lo leyera, escogió el mismo que A., esto durante la segunda sesión de B. Mientras, en la tercera sesión, de B., se le pregunto sobre un libro que su madre le había regalado, ella contestó que prefería los libros llevados por el psicólogo-mediador, pues el que le regaló su madre le parecía aburrido. En estas escenas puede plantearse la identificación de B. con A., quienes eran los únicos adolescentes que compartían dicha sala, como otro con el cual afianzar su identidad como adolescentes. Por otro lado, al negar el libro de la madre, se observa la posibilidad de generar un propio espacio subjetivo, fuera de la mirada y guía de adultos como su familia. En este caso, el psicólogo-mediador, brinda, a través de la lectura, una figura de adulto distinta a la del personal médico y a los cuidadores, lo que se vuelve relevante para la creación de identidad durante la adolescencia.

Discusión y conclusiones

Dificultades en la intervención

En la metodología del proceso se buscaba presentar una escucha activa y, ante ello, una de las dificultades que pueden surgir es la *resistencia*. Dicho termino, tomado de la teoría psicoanalítica, permite comprender una manera más amplia el trabajo, al considerar sus faltas y fallas.

Laplanche y Pontalis en su Diccionario de psicoanálisis (2004) desde una lectura general a Freud, definen la *resistencia* como "aquello que, en actos y palabras del analizado, se opone al acceso de éste a su inconsciente" (p. 348). Esta definición que se centra en lo que ocurre en el paciente es también, aunque parezca contradictorio, la confirmación de que se está llevando a cabo un trabajo psicoanalítico.

Otra postura, esbozada por el mismo Freud, considera que la resistencia parte del analista. En *Consejos al médico* (1912 [1991]) explica que la labor de analista solo es posible cuando el analista ha trabajado con su propio inconsciente para hacer de este un "*órgano receptor"* de aquello que comunica el paciente. De no ser así, se presentan las resistencias desde la conciencia del analista, intentando seleccionar lo que se escucha y poniendo atención a lo que el analista cree relevante. En este mismo texto es cuando Freud propone dejar los afectos de lado y con ellos también el *furor sanandis* y la ambición de obtener resultados favorables y prontos el tratamiento (Freud, 1912 [1991]).

Regresando a la resistencia, a Lacan es el que se le reconoce el giro para considerar a la resistencia como un fenómeno propio del analista. En el Seminario 2 (1955 [2008]), se comenta sobre ese deseo de interpretación y sanación en el analista: "la resistencia, en el sentido de *winderstand*, obstáculo, obstáculo a un refuerzo, no hay que buscarla en otra parte que en nosotros mismos" ((1955 [2008], p. 315-316). En la labor analítica, en su escucha, es ahí cuando surge una fuerza, un intento por develar aquello inconsciente, desde el propio analista. Más adelante en el mismo seminario comenta: "… resistencia hay una sola: la resistencia del analista. El analista resiste

cuando no comprende lo que tiene delante." (1955 [2008], p. 341-342).

Para el psicólogo la resistencia se presenta como una imposibilidad a escuchar aquello que el paciente transmite, en su lenguaje verbal y paraverbal. Y, para el caso de la mediación, la resistencia coarta la posibilidad de disfrute y escucha del libro mismo, así como, de lo aquello que puede producirse o no el paciente y en quien lee.

La labor de mediación va más allá de sencillamente acercarse con un paciente a leer, sino que involucra la experiencia y la vivencia del mediador mismo. Las expectativas, los temores y las aparentes certezas, el modo en que se concibe al libro, al paciente hospitalizado, al mediador, ello es lo que puede irrumpir en el leer mismo, tanto para el emisor como el receptor. La resistencia que dificulta el proceso de escucha activa, también dificulta la mediación lectora en sí misma.

Considerar al psicólogo como mediador de lectura, da la posibilidad de pensarlo en un ambiente fuera del espacio clínico del consultorio. Ante ello, se abre la posibilidad de cuestionarse sobre la propia posición del psicólogo como aquel que sabe.

¿Cuál es la posición el psicólogo como mediador lector?

Al pretender realizar una intervención en contextos adversos y al realizar el trabajo de mediación, las dificultades que se pueden presentar en el transcurso de la sesión, ya sea como intervención o como lectura, o ambas para este caso, poco tendrían que ver con el contexto en sí mismo. Si bien la disposición del lugar, el padecer del paciente, las características la institución hospitalaria, pueden afectar el desarrollo de la sesión, son factores que se tiene previstos, al saber que no se dispondrá un espacio como un consultorio psicológico o con un paciente con salud física.

La dificultad que se llegó a percibir en este proceso de mediación lectora acompañado de la intervención psicológica tiene que ver con el propio psicólogo, la posición que toma éste y la capacidad de escucha activa que se puede ver mermada principalmente por la resistencia al proceso mismo.

Habría que señalar, de forma primera, el conflicto presente en el papel que se elija tomar, ¿si se será mediador o psicólogo?, o ¿un psicólogo haciendo mediación lectora?, dichas preguntas estuvieron presentes a lo largo de la investigación. En la pretensión de respetar ambas áreas tanto la de mediación lectora como la de la psicología, sin transgredir las formas de ambas disciplinas, y, en mayor importancia, sin llegar a la iatrogenia en el proceso y afectar de algún modo a los pacientes.

Pese a que estas posiciones pueden llegar a guardar similitud, habría que aclarar que tiene propósitos diferentes uno del otro. En ambas hay intención de escuchar al otro, ya sea en un libro mismo o en su habla, pero, el propósito del mediador de lectura es la transmisión de obras literarias. Mientras, para el psicólogo clínico, el propósito sería prestarse para que el paciente puede escucharse a sí mismo, descubrir algo nuevo de él y con ello generar un cambio de posición respecto a su padecer.

Tomando en consideración lo ocurrido con B. durante las tres sesiones que tuvieron lugar, se puede observar la *resistencia* en el psicólogo-mediador. Primero, su aspecto físico genero un gran impacto, provoco dudas y prejuicios. Su imagen corporal hizo pensar de forma inmediata en un trastorno alimenticio, mientras B. comunico su diagnóstico como anemia. Bajo ese prejuicio, de un supuesto trastorno alimenticio, se optó por no leer *El cuento feo de las carnitas*, pese a ser un cuento con el que el psicólogo-mediador se sentía cómodo y con el que suele haber buenas reacciones por parte de los escuchas. Se prefirió evitar ese cuento y se leyó otro. Ante ello, surge la pregunta, ¿qué habría de malo en leer un cuento que involucra comida, una comida desagradable como las *carnitas podridas* a una paciente que comenta tener anemia?

Considerando las observaciones de Winnicott (1971), el psicólogo en este caso se adelantó para hacer una interpretación sobre el estado de salud de la paciente y si este podía empatar con el cuento o no. Hubo una sobre interpretación, tanto hacia la paciente como hacia el cuento, ¿se puede negar algún tipo de literatura a alguien?, y ¿por qué la paciente no podría escuchar dicho cuento? La resistencia, como una sobre interpretación, llevo a pensar al psicólogo que un cuento sobre comida horrible podría tener consecuencias con el modo de alimentación de una paciente a la que supuestamente se le había atribuido un trastorno alimenticio.

Lo anterior ocurre desde una posición de poder, de asumirse sabedor de algo, y en dicha posición es cuando se vuelve imposible la escucha activa. En esa sesión se dejó de escuchar activamente a B.

Con A. también hubo prejuicios de por medio que impidieron que la interacción se generara en mejor manera. De nuevo el prejuicio hacia A. se veía reflejado en una sobre interpretación de la situación, lo que ya cerraba las posibles vías de diálogo.

El prejuicio respecto a A. se formó a partir de su edad. Era el paciente con mayor edad en el piso, diecisiete años, con lo cual había cierto "cuidado" ante el tipo de libros que se le presentaban. Aquí entraría la pregunta ¿los libros tienen edad?, o, dicho de otro modo, ¿hay alguna edad específica para acceder a cierto tipo de literatura o para estar en contacto con cualquier producción cultural? Los libros, como un producto cultural, puede estar al alcance la humanidad en general como un recurso en el cual compartir experiencias de la propia cultura.

Tras conocer a A. se pensaba en libros que le pudieran "agradar", pensando que se trataba de un adolescente de diecisiete años. En este sesgo de selección, se imposibilitaba a A. Se le encasillaba como un adolescente que solo puede gustar de "ciertos libros", así, se le quitaba la libre elección de algún otro texto salvo los pensados previamente para él.

Así se caía en el mismo error del discurso hospitalario, aquel que se pretendía evitar. Un dato, un valor numérico, en este caso su edad, tenía mayor peso al momento de pensar en formas de relacionarse con el adolescente, en lugar de permitirse escucharlo, conocer sus gustos e inquietudes respecto a la literatura y a lo ocurría en su persona.

En cuanto a C. podría mencionarse que las sesiones fueron más fluidas y ocurrieron con menor resistencia. Aun así, se considera hubo resistencia por momentos, debido a la presencia de los padres y considerarlos a ellos, erróneamente, como quienes podían impedir un dialogo libre entre C. y el psicólogo-mediador. Sin embargo, estas dudas se sortearon conforme se avanzaba con la lectura.

Conclusiones

Intervenir psicológicamente en espacios adversos, como lo es el hospital, resulta de gran provecho para la práctica clínica, y en especial para el psicoanálisis. Con ello dar cuenta de las limitaciones de los campos teóricos y metodológicos del psicoanálisis, y del psicólogo mismo. No en una suerte de abordaje de prueba y error, ni iatrogénico, sino desde un abordaje ético y de respeto por el otro. En ello se presenta la oportunidad de atender una necesidad presente en los hospitales, en especial en el área de pediatría, que es el cuidado y escucha de los adolescentes. Ante ello notar y recomendar, la necesidad y la virtud de sacar la clínica psicoanalítica de espacios como el consultorio o el diván, para lo cual es necesario aventurarse a nuevos espacios.

Es importante tener presentes y reconocer las limitaciones del psicólogo, como lo es la resistencia, sea en el espacio que sean. En la búsqueda de brindar una forma de trabajo mediante la escucha activa, acercarse a trabajos como el de Winnicott abre la posibilidad para que no se pierda el elemento más importante que es la escucha del otro. De ese modo, encontrar en los

libros una posibilidad para abrir el diálogo más allá del libro mismo.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la mediación lectora, entendida desde la propuesta de Petit (2008) como un forma de comunicación de lo estético, sí brinda la oportunidad de abrir un dialogo con adolescentes hospitalizados, en el cual, el psicólogo clínico desde una posición de escucha activa, mediante una *actitud profesional* (Winnicott, 1971), crea la posibilidad tanto al paciente como al psicólogo, de la apertura de un espacio potencial creativo, a través de la interacción con un fenómeno cultural, como lo es la literatura, abriendo vías al adolescente para resignificar la experiencia hospitalaria. Ni los libros, ni la mediación lectora, pueden convertirse en una forma de intervención clínica, pero, sí el psicólogo clínico quien, desde ellos, su experiencia lectora y a través de su escucha activa, puede, provocar espacios potenciales y de creación.

El proceso de mediación lectora sí logra generar un *espacio potencial* que permita al adolescente resignificar su experiencia hospitalaria, tanto corporal como subjetivamente, así como dar un soporte que mantenga el lazo social y favorezca la interacción con otros, pero ello solo a través de la apertura y escucha activa desarrollada por un psicólogo clínico.

Cuestionar los espacios para realizar la práctica clínica psicológica, resulta relevante para el desarrollo y discusión de esta. Encontrar y explorar nuevas vías para escuchar a poblaciones como la adolescente, en contextos adversos, resulta valioso al darles un espacio de expresión y desarrollo.

Referencias

Butragueño, L., González, F., Oikonomopoulou, N., Pérez, J., Toledo, B., González, M., & Rodríguez , R. (2016). Percepción de los adolescentes sobre el ingreso hospitalaria. importancia de la humanización de los hospitales infantiles. *Revista Chilena de Pediatría*, 373-379. Obtenido de http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2016.04.003

Chercover, A. (2000). Una psicoanalista en la UTI (Unidad de Cuidados Intensivos). *Ancheronta*. Obtenido de https://acheronta.org/acheronta11/uti.htm

Deberti, C. (2011). Leer: un derecho... también en el hospital. *Información, Cultura y Sociedad*(25), 145-152.

Freud, S. (1912 [1991]). Consejos al médico sobre le tratamiento psicoanalítico. En S. Freud, & J. Strachey (Ed.), *Obras completas* (J. L. Etcheverry, Trad., Vol. XII, págs. 107-120). Buenos Aires: Amorrortu.

Hernández, L. (2012). Entre el cuerpo, el amor y el dolor de adolescentes hospitalizadas. En, *Psicólogos y psicoanalistas en hospitales: formación, experiencia y reflexiones* (págs. 67-76). Manual Moderno.

Herrera, E. (2012). El hospital: Un lugar para la intevención psicoanalitica. En: *Psicólogos y psicoanalistas en hospitales: formación, experiencia y reflexiones.* (págs. 123-132). Manual Moderno.

Herrera, M., & Reynoso, N. (2017). La lectura literaria: experiencias en contextos de vulnerabilidad. *Traslaciones, 4*, 102-128.

Lacan, J. (1955 [2008]). Más allá de lo imaginario, lo simbolico, o del pequeño al gran otro. En J. Lacan, *Seminario 2. El Yo en la teoría de Freud y en la Técnica Psicoanalítica* (págs. 263-407). Buenos Aires: Paidos.

Laplanche, J. y. (2004). *Diccionario de psicoanálisis.* (D. Lagache, Ed.) Buenos Aires: Paidos.

López, I. (2014). Cap. 4. El método del estudo de caso en investigación social. En T. e. a., *Guía para la investigación cualitativa: etnografía, estudio de caso e hisotira de vida.* (págs. 57-112). México: UAM.

Moreno, J. (2010). *La infancia y sus bordes. Un desafía para el psicoanálisis.*

Petit, M. (2008). Prologo, Cap. 1 Todo comienza con la hospitalidad. Cap. 3 La simbolización y el relato: poderes y límites. En *El arte de la lectura en tiempos de crisis* (págs. 9-29, 30-61, 102-139). Ciudad de México: Océano.

Rojas Hernández, M. d., & Vega Martínez, B. S. (2012). Consideraciones sobre las dificultades iniciales para implementar un dispositivo psicoanalítico en el medio hospitalario. En: *Psicólogos y psicoanalistas en hospitales. Formación, experiencia y reflexiones* (págs. 113-123). Ciudad de México: Manual Moderno.

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación.* Ciudad de México: MacGraw-Hill.

Serodio, M. L. (2016). Escucha psicoanalítica y técnica de intervención en enfermeria de hospital. *Foro de la Federación Psicoanálitica de América Latina.* Obtenido de https://fepal.org/wp-content/uploads/400-esp.pdf

Winnicott, D. (1971). *Realidad y Juego.* Obtenido de https://imago.yolasite.com/resources/WINNICOTT,%20Realidad%20y%20juego.pdf

Prevalencia de Síndrome de Burnout en paramédicos de Querétaro.

Autora: Abigail del Carmen Rodríguez Mireles

Asesores: Dra. Verónica Margarita Hernández-Rodríguez, y M.D.P.H. Ricardo Alejandro Reyes-Cervantes.

Afiliación institucional: Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro.

Contacto: arodriguez186@alumnos.uaq.mx

Resumen

Introducción: El Síndrome de Burnout (SB) es una afectación que tiende a presentarse en personas que en su vida profesional prestan servicios a otras (Intriago, 2019). Es por ello que se asume que en el ritmo de trabajo de los paramédicos se corre un alto riesgo de desarrollar este síndrome en cualquiera de sus dimensiones (agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal). **Objetivo**: Determinar la prevalencia del Síndrome de Burnout en personal paramédico del municipio de Querétaro en el año 2023, mediante el uso del inventario de Burnout de Maslach (MBI) con la finalidad de ampliar la información al respecto. **Metodología**: Estudio cuantitativo, descriptivo y transversal. La muestra se conformó por 30 participantes, hombres y mujeres, sin distinción. Se aplicó el instrumento MBI- HSS, elaborado por Maslach y Jackson, con una confiabilidad de 0.803 y conformado por 22 ítems, a la que se agregó una cédula de datos sociodemográficos. El tipo de muestreo que se realizó fue por conveniencia, se eliminaron cuestionarios incompletos y aquellos con menos de tres años de experiencia. Se utilizó estadística descriptiva para la interpretación y análisis de datos, en tanto que los resultados fueron reportados por medio de tablas. Se cuidaron aspectos éticos de la investigación en humanos. **Resultados**: Se determinó el nivel de afectación en cada dimensión del síndrome de Burnout en la población de estudio, obteniendo un 20% en agotamiento emocional alto, 20% en alta despersonalización y un 30% en baja realización personal, así como el 33.3% de profesionales afectados por el síndrome.

Palabras clave: Síndrome de Burnout, paramédicos, atención prehospitalaria, Querétaro.

Abstract

Introduction: Burnout Syndrome (BS) is a condition that tends to manifest in individuals who provide services to others in their professional lives (Intriago, 2019). Consequently, it is assumed that the demanding work environment of paramedics places them at a heightened risk of developing this syndrome across its various dimensions, including emotional exhaustion, depersonalization, and reduced personal accomplishment. **Objective**: Determine the prevalence of Burnout Syndrome in paramedical personnel in the municipality of Querétaro in the year 2023, through the use of the Maslach Burnout Inventory (MBI) in order to expand information on the matter. **Methodology**: This study employs a quantitative, descriptive, and cross-sectional approach. The sample was made up of 30 participants, encompassing both males and females without discrimination. The MBI-HSS instrument, developed by Maslach and Jackson, boasting a reliability coefficient of 0.803 and composed of 22 items, was administered alongside a sociodemographic data sheet. Convenience sampling was utilized, with incomplete questionnaires and those from individuals with less than three years of experience being excluded. Descriptive statistics were employed for data interpretation and analysis, with results presented in tabular form. Ethical considerations in human research were meticulously upheld. **Results**: The study determined the extent of impact within each dimension of Burnout Syndrome in the study population, revealing 20% high emotional exhaustion, 20% depersonalization, and 30% reduced personal accomplishment, as well as the 33.3% professionals affected by the syndrome.

Keywords: Burnout Syndrome, paramedics, prehospital care, Querétaro.

Introducción

La palabra Burnout se traduce del inglés como "quemado" y es un término que se emplea para hacer referencia al "síndrome de agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal que suele ocurrir con mayor frecuencia en individuos que trabajan con personas" (Maslach et al., 1986 como se citó en Intriago, 2019, p.96). Por lo que se asume, que este síndrome tiene repercusiones tanto para la salud física como para la salud de los profesionales de atención prehospitalaria.

Freudenberger acuñó el término en 1974, al explicar un síndrome clínico (ansiedad, depresión y agotamiento) que aquejaba a personal que proporcionaba atención a adictos (Torres et al., 2019; Jiménez et al., 2018).

Paralelo a este trabajo, en 1976, Maslach y sus colegas estudiaban las respuestas emocionales en trabajadores de recursos humanos, realizando múltiples entrevistas, a través de las cuales observaron que se sentían exhaustos y desarrollaban sentimientos negativos acerca de sus clientes. Mediante esta exploración, crearon un método para evaluar al sector de los servicios humanos, y no fue hasta la década de los 80's que descubrieron que también ocurría en gerentes y empresarios, y comenzaron poco a poco a expandir el área de investigación, comprendiendo las ocupaciones que incluyeran el contacto con personas, creando así el Inventario de Burnout de Maslach (Barraza, 2019).

En fechas recientes la Organización Mundial de la Salud (OMS, como se citó en Forbes Staff, 2019), clasifica al Burnout como un síndrome cuya génesis se gesta en el ámbito laboral bajo el estrés crónico, estrés que no fue manejado con éxito. Cabe señalar que el SB impacta en tres dimensiones: agotamiento emocional, despersonalización y realización personal (Arenal-Gota et al., 2019).

En esta correspondencia se asume que los servicios de atención médica prehospitalaria están ligados a riesgos propios de su profesión que van desde largas jornadas de trabajo bajo presión, hasta exposición a condiciones físicas y psicosociales extremas, mismas que llevan al personal a convertirse en posibles víctimas del Síndrome de Burnout (Foronda y Ciro, 2018), por lo que en el presente trabajo se determinará su prevalencia en el personal de atención prehospitalaria (específicamente paramédicos), identificándolo mediante el uso del inventario de Burnout de Maslach versión para personal médico, con la finalidad de ampliar la información respecto a este tema en la población del municipio de Querétaro.

Metodología

Material y método

La presente es una investigación cuantitativa, de alcance descriptivo y corte transversal (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Población, muestra y muestreo

El universo estuvo constituido por paramédicos con preparación de técnicos en urgencias médicas, del municipio de Querétaro. En tanto que la población se conformó por el mismo personal, pero que se encontraran inscritos en alguna de las más de diez instituciones públicas y privadas del municipio de Querétaro, México. Para la muestra se consideró solo a paramédicos que se encontraban en activo en cualquiera de los turnos y que para el 2023 contaran con al menos 3 años de experiencia en el campo, siendo en total 30 participantes; en tanto que el tipo de muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia.

Los participantes se seleccionaron con base a los criterios que a continuación se desglosan.

- De Inclusión:
  - Paramédicos activos en cualquiera de los turnos.
  - Formación básica, intermedia o avanzada.
  - Sexo masculino y femenino.
  - Cualquier grupo étnico.
  - Que hayan entregado debidamente firmado el consentimiento informado.
- De exclusión:
  - Paramédicos activos en funciones administrativas.
  - Personal de atención prehospitalaria con menos de tres años de experiencia.
- De eliminación:
  - Aquellos que no acepten el consentimiento informado, que no deseen participar, que no

contesten de manera correcta y completa el cuestionario, o que decidan abandonar el estudio en el transcurso de este.

Instrumento de recolección de datos

Se utilizó como herramienta de recolección de datos el cuestionario Maslach Burnout Inventory versión Human Services Survey (MBI- HSS), elaborado por Cristina Maslach y Susan Jackson, en una primera versión en 1981, el cual fue modificado por Michael Leiter en una versión para trabajadores al servicio de las personas (MBI- HSS) en 1986 (Aranda et al., 2016).

Es un cuestionario conformado por 22 ítems a manera de afirmaciones que valora la afección en las tres dimensiones del SB (agotamiento emocional, despersonalización y realización personal). Cada dimensión se valora por medio de una escala de frecuencia de siete grados tipo Likert (0=nunca, 1=pocas veces al año o menos, 2=una vez al mes o menos, 3=unas pocas veces al mes, 4=una vez a la semana, 5=pocas veces a la semana y 6=todos los días).

El Agotamiento Emocional (AE) consta de nueve preguntas (1, 2, 3, 6, 8, 13, 14, 16, y 20). De acuerdo con las puntuaciones de corte determinadas por las autoras para cada profesión en específico, se considera un nivel alto si el puntaje es de 27 a 54 puntos, medio de 19 a 26 y bajo de 0 a 18.

La subescala de despersonalización (DP) valora el grado en que cada persona reconoce sus actitudes, distanciamiento y frialdad al brindar un servicio. Está formada por cinco ítems (5, 10, 11, 15, y 22). Se considera un nivel alto de 10 a 30 puntos, medio de 6 a 9 y bajo de 0 a 5.

Por último, la escala de Realización Personal (RP), que evalúa los sentimientos de autosuficiencia y realización profesional de la persona. Se compone de ocho ítems (4, 7, 9, 12, 17, 18, 19, y 21) y se considerará baja con puntuaciones de 0 a 33 puntos, media de 34 a 39 puntos y alta de 40 a 56 puntos.

Para realizar el cálculo de las puntuaciones, se suman las respuestas dadas a los ítems de cada subescala. Altas puntuaciones en las dimensiones de agotamiento emocional y despersonalización significa presencia de Burnout, en tanto que nivel bajo en realización personal se traduciría de la misma manera.

Este cuestionario es permeable a los sesgos pues ha sido reforzado a lo largo de los años mediante la estandarización en la aplicación del instrumento antes descrito, aplicando siempre las mismas instrucciones y condiciones para todos los participantes (Maslach et. al., 1996).

La variante Human Services Survery del inventario de Maslach es aplicada en múltiples estudios alrededor del mundo, uno de ellos aplicado a residentes médicos de un hospital público de segundo nivel, obteniendo un alfa de Cronbach global de 0.886, lo que se traduce a alta confiabilidad del instrumento (Rivera-Ávila et. al., 2017).

Para determinar la confiabilidad del instrumento en su capacidad de producir resultados consistentes y coherentes, se ha aplicado el coeficiente de alfa de Cronbach en la muestra piloto, para constatar la precisión del instrumento en el fenómeno de estudio que se está investigando (ver Tabla 1).

Tabla 1.
Alfa de Cronbach

Instrumento	Alfa de Cronbach	N de participantes
Cuestionario MBI-HSS	0.803	22

Además, en correspondencia con los objetivos de investigación, se incorporó una serie de datos sociodemográficos para la clasificación de la población participante.

Plan de análisis

El procesamiento de la información se efectúo por medio del programa SPSS versión 25, por lo que se construyó una matriz de datos para la captura de los mismos. El análisis y procesamiento se hizo por medio de estadística descriptiva. En tanto que el reporte de resultados se efectuara a través de tablas de frecuencias y porcentajes.

Ética del estudio

Para el actual estudio se cuidaron los aspectos éticos tomando en cuenta el Reglamento de la Ley General de Salud, el Código de Núremberg y la Declaración

de Helsinki, por medio de los cuales se establecen los lineamientos para la investigación en salud.

En esta investigación prevaleció el respeto a la dignidad y protección de derechos y bienestar de las personas, por lo que fue adaptada a los principios científicos y éticos de la investigación en seres humanos, pues contribuirá al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica (Reglamento de la Ley General de Salud, 2014).

Por lo que será requisito poseer el consentimiento de los sujetos participantes, protegiendo su privacidad en todo momento del estudio. Siguiendo lo fundamentado en el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud (2014), esta investigación se considera sin riesgo para la vida del sujeto, pues no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables psicológicas, fisiológicas y/o sociales de los participantes.

Además, antes de llevar a cabo la investigación, esta fue aprobada por el subcomité de investigación con el número de registro 555/FE-SI-04-05-23 (LE) y por el comité de bioética (COMBIOENF-069-2023-LE) de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Resultados

Se contó con la participación de 30 elementos que proporcionan atención prehospitalaria, cuyas edades oscilaron entre los 23 y los 53 años de edad, 63.3% fueron hombres e imperaba la formación de nivel técnico (ver Tabla 2).

Tabla 2.
Datos sociodemográficos

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Hombre	19	63.3
	Mujer	11	36.7
	Total=	30	100
Nivel de estudios	Técnico	15	50.0
	Licenciatura	12	40.0
	Posgrado	3	10.0
	Total=	30	100

Respecto a los datos laborales, se logró encuestar por lo menos un elemento de todos los turnos, pese a que la mayoría se encuentran en el turno mixto (80%). 60% de los participantes lleva desempeñando esta actividad laboral desde hace once años o más. Y la mayoría (53.3%) de ellos en un día de trabajo atiende entre 6 y 12 pacientes (ver Tabla 3).

Tabla 3.
Datos laborales

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Turno en que labora	Matutino	4	13.4
	Vespertino	1	3.3
	Nocturno	1	3.3
	Mixto	24	80.0
	Total=	30	100
Antigüedad laboral	De 1 a 2 años	1	3.3
	De 3 5 años	5	16.7
	De 6 a 10 años	6	20.0
	11 años o más	18	60.0
	Total=	30	100
Número de pacientes que atiende en un día	Menos de 5	11	36.7
	De 6 a 12	16	53.3
	De 13 a 19	2	6.7
	20 o más	1	3.3
	Total=	30	100

En el análisis de los resultados por dimensión, se logró detectar que en las tres subescalas se presentan los tres niveles de afectación, aunque en diferentes proporciones. 20% alto en agotamiento emocional, 20% alto en despersonalización y 30% bajo en realización personal (ver Tabla 4).

Tabla 4.
Interpretación de los resultados por dimensión

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Agotamiento Emocional (AE)	Nivel Bajo	16	53.3
	Nivel Medio	8	26.7
	Nivel Alto	6	20.0
	Total=	30	100
Despersonalización (DP)	Nivel Bajo	15	50.0
	Nivel Medio	9	30.0
	Nivel Alto	6	20.0
	Total=	30	100
Realización Personal (RP)	Nivel Bajo	9	30.0
	Nivel Medio	7	23.3
	Nivel Alto	14	46.7
	Total=	30	100

Finalmente hay que recordar que la presencia del SB, se determina por dos resultados: 1). Nivel alto de agotamiento emocional y de despersonalización, y 2). Nivel bajo de realización personal; por lo que se tuvo que hacer el análisis de los resultados en cuanto al cumplimiento de una o ambas condiciones. Lo

anterior, pese a que la tabla previa permite observar que nueve participantes ya cumplen una condición, debido a que presentan niveles bajos en realización personal. Sin embargo, se detecta una prevalencia de 33.3% de Síndrome de Burnout en los paramédicos participantes (ver Tabla 5).

Tabla 5.
Presencia del Síndrome de Burnout

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Síndrome de Burnout	No	20	66.7
	Sí	10	33.3
	Total=	30	100

Discusión y conclusiones

Los resultados evidencian la presencia del Síndrome de Burnout en menos de la mitad de la población participante, datos que apuntan a la presencia de agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal, en el personal de salud; resultado equiparable con un estudio realizado por Aguilar et al. (2020), quienes reportaron para AE un 45.9% en nivel alto, 14.7% medio y 40% bajo; para DP un 46.6% de alto, 21.4% medio y 32% bajo; y para RP un 42.3% en alta, 11.8% media y 45.9% baja en población del sector salud del estado de Guanajuato.

Otro estudio con el que se asemejan los resultados obtenidos en la presente es el de Mourkazel et al. (2019), en una investigación llevada a cabo en Francia, donde participaron 379 personas de tres distintos centros de trabajo (médicos, personal administrativo y paramédicos), en donde se detecta un 34.6% de prevalencia del SB, 15.8% con AE, y 29.6% con DP.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio y las consecuencias negativas que puede tener el Síndrome de Burnout en los profesionales de atención prehospitalaria, resalta la necesidad de generar estrategias de prevención ahondando en las investigaciones en el tema, ya que dichas consecuencias negativas repercuten no solamente en el personal primer respondiente, sino también en la calidad de atención en salud brindada a la sociedad.

La presente investigación es pionera en el estado de Querétaro y puede ser de utilidad para implementar políticas sanitarias preventivas entre los profesionales para así, aumentar su bienestar y productividad en el trabajo. Lo que podría traer consigo el aumento de la calidad de atención brindada al usuario, disminuyendo los errores humanos durante el servicio brindado, así como los gastos en material e insumos y la estancia hospitalaria.

Bibliografía

Aguilar Camacho, M. J., Luna Correa, J. E., Tovar Vega, A. R., & Blancarte Fuentes, E. (2020). Síndrome de burnout. Biodesarrollo y revisión de impactos en el sector de la salud del estado de Guanajuato, México. *Región y Sociedad, 32*(e1308). https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1308

Aranda Beltrán, C., Pando Moreno, M., & Salazar Estrada, J. G. (2016). Confiabilidad y validación de la escala Maslach Burnout Inventory (Hss) en trabajadores del occidente de México. *Revista Salud Uninorte, 32*(2), 218-227. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81748361005

Arenal-Gota, T., Viana-Gárriz, J. L., y Belzunegui-Otano, T. (2019). ¿Presenta desgaste profesional el personal de urgencias extrahospitalarias? Resultados Encuestas de Malasch. *Medicina y Seguridad del Trabajo, 65*(254), 24-36. https://dx.doi.org/10.4321/s0465-546x2019000100024

Barraza, C. G. (2019). *Síndrome de Burnout: evaluando su futuro a través de la historia* [Tesis, Universidad de Chile]. https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Barraza/publication/331843812_Sindrome_de_burnout_Evaluando_su_futuro_a_traves_de_su_historia/links/5c900d66299bf14e7e84b48b/Sindrome-de-burnout-Evaluando-su-futuro-a-traves-de-su-historia.pdf

Forbes Staff. (28 de mayo de 2019). OMS clasifica el burnout como una enfermedad. *Forbes Staff*. https://www.forbes.com.mx/oms-clasifica-desgaste-y-estres-laboral-como-una-enfermedad/

Foronda, D. S., & Ciro, D. G. (2018). *Niveles de Burnout en personal de Atención Prehospitalaria del sistema de emergencia médicas de la ciudad de Medellín evaluados en el semestre 2018-1* [Tesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. http://www.metrosalud.gov.co/images/descargas/transparencia2/Estudios-Investigaciones/12_Niveles_de_Burnout_en_personal_de_Atencin_Prehospitalaria.pdf

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (1ª edición). McGraw-Hill.

Intriago Miranda, S. A. (2019). Síndrome del Burnout en personal de salud de un centro hospitalario de la dirección distrital Junín-Bolívar. *San Gregorio, 1*(35), 94-107. https://doi.org/10.36097/rsan.v1i35.962

Jiménez Flores, E. Y., Alayola Sansores, A., Mancebo Hernández, A., & Campos Castolo, M. (2018). Eventos

adversos y burnout en profesionales de una clínica de atención primaria. *Revista CONAMED, 23*(2), 66-72. https://www.medigraphic.com/pdfs/COMPLETOS/conamed/2018/con182.pdf#page=16

Maslach, C., Jackson, S., & Leiter, M. (1996). *Maslach Burnout Inventory*. 3er edition. The scarecrow press. https://www.researchgate.net/publication/277816643_The_Maslach_Burnout_Inventory_Manual

Moukarzel, A., Michelet, P., Durand, A. C., Sebbane, M., Bourgeois, S., Markarian, T., Bompard, C., & Gentile, S. (2019). Burnout Syndrome among Emergency Department Staff: Prevalence and Associated Factors. *BioMed Research International,* 1-10. https://doi.org/10.1155/2019/6462472

Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud. Título Segundo de los aspectos éticos de la investigación en Seres Humanos. 02 de abril de 2014. Última reforma Diario Oficial de la Federación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281701/Reg_LGS_MIS.pdf

Rivera-Ávila, D. A., Rivera-Hermosillo, J. C., & González-Galindo, C. (2017). Validación de los cuestionarios CVP-35 y MBI-HSS para la calidad de vida profesional y burnout en residentes. *Investigación en Educación Médica,* *6*(21), 25-34. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505716300345

Torres Hernández, E. F., El-Sahili González, L. F. A., & Gutiérrez Olivarez, V. (2019). Análisis del Burnout y sus escalas de medición. *Praxis Investigativa ReDIE: revista electrónica de la Red Durango de Investigadores Educativos, 11*(20), 106-124. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6951593

Efectos del ejercicio Buerguer-Allen en el Personal de Enfermería

Claudia P. Trujillo-García; paulitrujillo17@gmail.com[1]. Judith V. Frías-Becerril; judith.frias@uaq.mx[2]. María E. Pedroza-Vargas; maria.eustolia.pedroza@uaq.mx[1]. Asesoras: Arely G. Morales-Hernández; arely.morales@uaq.mx [1]. Verónica Hernández Valle; veronica.hernandez@uaq.mx[1].

[1]Licenciatura en Fisioterapia, Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro. [2]Licenciatura en Enfermería, Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro.

Resumen

La Insuficiencia Venosa Periférica (IVP) es la incapacidad del sistema venoso periférico para bombear la sangre de las extremidades inferiores hacia el corazón. En México cerca de un 70% del personal de enfermería la padece. Los ejercicios de Buerguer-Allen pueden ser una alternativa al tratamiento conservador. Los cuales son una combinación de posturas y movimientos de las extremidades inferiores, fáciles y sencillos de realizar. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los ejercicios de Buerguer-Allen en el personal de enfermería con IVP. Estudio cuasiexperimental, del tipo antes y después, en una muestra de n=15 a los cuales se les aplicaron los ejercicios durante 15 sesiones, se incluyó al personal de enfermería de ambos sexos del Nuevo Hospital General de Querétaro del turno especial, con diagnóstico de IVP, previo consentimiento informado; se excluyeron a quiénes presentaban úlceras, limitación de movimiento en tobillo/rodilla, o con antecedentes quirúrgicos por IVP; y se eliminaron a quiénes no completaron alguna de las evaluaciones o que reportaron haber realizado los ejercicios menos de 4 días a la semana. Se evaluaron antes y después de la aplicación de los ejercicios, los síntomas de IVP con el cuestionario CIVIQ-14 y se hizo una toma de termograma con cámara FLIR A310, con resolución de 320 x 240 pixeles y sensibilidad térmica de 0.05°C a 30°C para evaluar la hiperemia en las extremidades inferiores. Los resultados mostraron que los ejercicios de Buerguer-Allen disminuyeron la sintomatología de IVP, aunque no se mostraron cambios térmicos significativos.

Summary

Peripheral venous insufficiency (PVI) is the inability of the peripheral venous system to pump blood from the lower extremities to the heart. In Mexico, about 70% of nursing staff suffer from it. Buerguer-Allen exercises can be an alternative to conservative treatment. Which are a combination of postures and movements of the lower extremities, easy and simple to perform. The objective of this study was to determine the effect of Buerguer-Allen exercises on nursing staff with PVI. Quasi-experimental study, before and after type, in a sample of n=15 to whom the exercises were applied during 15 sessions, the nursing staff of both sexes from the New General Hospital of Querétaro on the special shift, with a diagnosis of IVP, prior informed consent; Those with ulcers, limitation of movement in the ankle/knee, or with a history of surgery for PVI were excluded; and those who did not complete any of the evaluations or who reported having performed the exercises less than 4 days a week were eliminated. PVI symptoms were evaluated before and after the application of the exercises with the CIVIQ-14 questionnaire and a thermogram was taken with a FLIR A310 camera, with a resolution of 320 x 240 pixels and thermal sensitivity of 0.05°C at 30 °C to evaluate hyperemia in the lower extremities. The results showed that the Buerguer-Allen exercises decreased the symptoms of IVP, although no significant thermal changes were shown.

Palabras clave: Insuficiencia Venosa Periférica, Personal de enfermería, Ejercicios de Buerguer-Allen, Dolor.

Key words: Chronic Venous Insufficiency, Nursing staff, Buerguer-Allen, Pain.

Introducción

La insuficiencia venosa periférica (IVP) se define como la incapacidad del sistema venoso periférico para bombear la sangre de las extremidades inferiores de vuelta al corazón (Diken et Al, 2016). Su prevalencia es de entre el 20 y 60%, se especula que ello se debe al estilo de vida sedentario, así como a condiciones laborales que implican jornadas largas de pie. El personal de enfermería se considera población predisponente (prevalencia del 68%) a presentar IVP debido a los periodos prolongados que su labor les exige encontrarse de pie o deambulando (Vázquez y Acevedo, 2016).

Actualmente, el tratamiento se enfoca en mejorar la función venosa, así como tratar los signos y síntomas de la patología mencionada, ya que genera un impacto negativo en la calidad de vida y funcionalidad del paciente, tanto en el ámbito personal como en su desempeño laboral (Fang et al, 2015).

El tratamiento actual se divide en las medidas conservadoras, como tratamiento físico, consistente en la realización de deporte, aumento de movimiento, uso de medias compresivas, fármacos y medidas físico-posturales (elevación de extremidades); y tratamiento invasivo mediante cirugía. Actualmente, no se considera a los ejercicios de Buerguer-Allen como un tratamiento por sí mismos (Abbad, C et al, 2015).

Los ejercicios de Buerguer-Allen consisten en la realización de movimientos de dorsiflexión y plantiflexión en conjunto con cambios posturales, que pretenden provocar la vasodilatación para activar la circulación de los miembros inferiores utilizando la gravedad a su favor (Velázquez, 2018).

El objetivo general del presente estudio fue determinar los efectos de los ejercicios de Buerguer-Allen en el personal de enfermería con Insuficiencia Venosa Periférica, mientras que los objetivos específicos consistían en identificar características sociodemográficas mediante historia clínica y exploración física en el personal de enfermería, así como la presencia de riesgo arterial mediante la medición índice tobillo brazo. Del mismo modo, se pretendía determinar la presencia de sintomatología previa y posterior al tratamiento de ejercicios de Buerguer Allen con historia clínica y exploración física del personal de enfermería, e identificar cambios de temperatura en los tejidos antes y después de realizar los ejercicios de Buerguer-Allen con cámara termográfica.

Metodología

La investigación fue presentada ante los comités de Bioética e investigación de la Facultad de Enfermería, y al ser aprobado, se presentó ante el departamento de Enseñanza del Nuevo Hospital general de Querétaro, quien igualmente lo aprobó. Posteriormente, se llevó a cabo una prueba piloto, en la cual se estimaron los tiempos de toma de datos y medidas.

Después se realizó la primera intervención, que contó con 51 participantes, durante la cual se realizó el cálculo del índice tobillo-brazo, la primera aplicación del Chronic Venous Insufficiency Questionnaire, la realización de historia clínica, y la toma de temperatura previa y posterior a los ejercicios y la enseñanza y primera aplicación de estos. 14 días después se realizó la revaloración la cual contó con 15 enfermeras y enfermeros del NHGQ que cumplían con los criterios de inclusión. A partir de los resultados obtenidos de la revaloración, se realizó el análisis de datos a través de medidas de tendencia central (media y moda), y se redactaron los reportes de

resultados que posteriormente fueron enviados a las y los participantes del estudio.

En cuanto a los criterios para participar en la investigación, fueron los siguientes:

Criterios de inclusión

- Haber presentado signos y síntomas de insuficiencia venosa periférica en el último año.
- Ser parte del personal de enfermería, del turno especial nocturno del Hospital General de Querétaro.
- Permanecer de pie durante la mitad o más de la mitad de la jornada laboral.

Criterios de exclusión

- Haber sido intervenido quirúrgicamente para tratar cualquier tipo de insuficiencia venosa periférica.
- Que presentaran alguna lesión evidente (úlceras) a causa de insuficiencia venosa durante la investigación.
- Limitación severa de la movilidad de la articulación del tobillo (no poder realizar flexo-extensión).

Criterios de eliminación

- Haber sido intervenidos quirúrgicamente durante el desarrollo de la investigación.
- Decisión del participante de abandonar el estudio por motivos de cualquier índole.
- Cese de labores en la institución dentro de la cual se llevó a cabo el presente proyecto de investigación.
- No haber cumplido con las evaluaciones de toma de termograma y el cuestionario CIVIQ-14 antes y después de la aplicación de los ejercicios de Buerguer-Allen.
- Participantes con toma de termograma errónea o incompleta, así como un cuestionario CIVIQ-14 incompleto en cualquiera de las evaluaciones.
- Aquellos participantes que reportaron haber realizado los ejercicios de Buerguer-Allen menos de cuatro días a la semana.

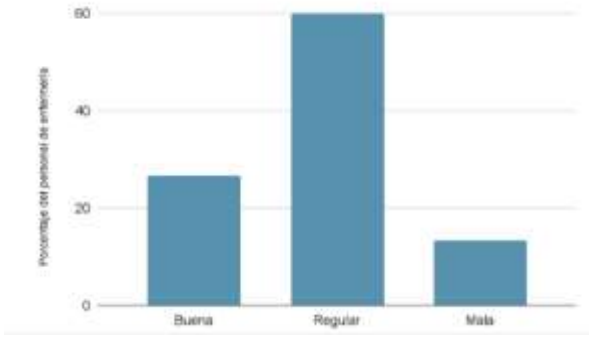
Resultados

Respecto a las características demográficas del personal de enfermería del NHGQ, se encontraron los siguientes datos: una edad promedio de 36.7 años, el 93.3% de los participantes eran mujeres y el 6.7% hombres, y el promedio de horas de trabajo por semana fue de 42.9 horas, con una desviación estándar de ±19.5 horas. De igual modo, fue posible identificar que la temperatura de los miembros inferiores no presenta una variación significativa antes y después de realizar los ejercicios, pues en la pierna derecha se encontró un aumento de 0.12°C en la cara anterior, y de 0.42°C en la posterior, y en la pierna izquierda, una disminución de 0.05°C en la cara anterior, y un aumento de 0.44°C en la posterior.

En cuanto a la cantidad y calidad de la alimentación, las cuales fueron preguntadas directamente a cada participante, el 53.3% reporta una cantidad regular, el 40% buena y el 6.6% mala; mientras que el 60.7% reporta calidad regular, el 26.6% buena y el 13.3%, mala.

Figura 1

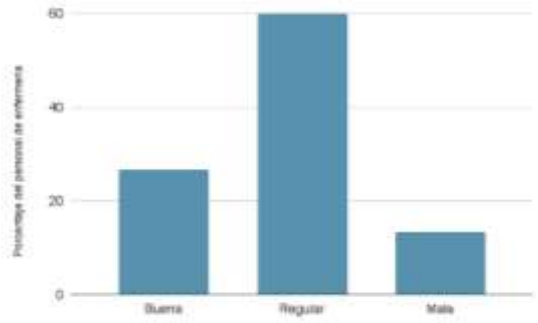
Cantidad en alimentación.



Nota: elaboración propia.

Figura 2

Calidad en alimentación.

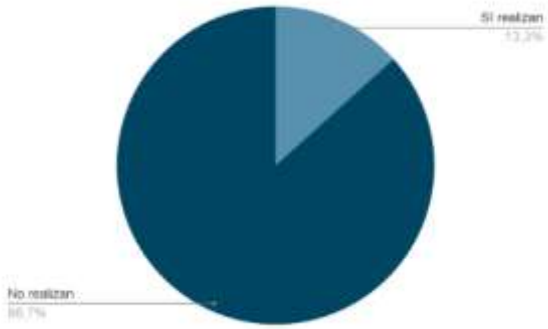


Nota: elaboración propia.

En el ámbito de actividad física y horas de descanso, fue posible identificar un alto índice de sedentarismo entre los participantes, ya que el 86.7% de los mismos reportan no realizar actividad física. En cuanto al 13.3% que sí lo hace, se da en un promedio de 8 horas, 5 días a la semana, 1.25 horas por día. En las horas de sueño, el 66.7% reporta períodos menores a 6 horas por día, el 3% de 6 a 8 horas, y el 13.3% más de 8 horas al día.

Figura 3

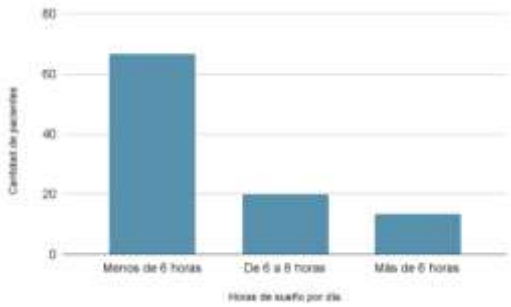
Actividad física



Nota: elaboración propia.

Figura 4

Horas de descanso

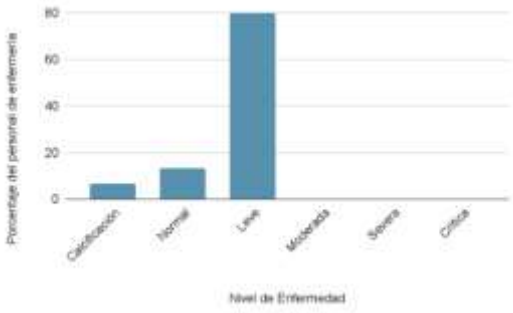


Nota: elaboración propia.

En cuanto al riesgo arterial, medido a través del índice tobillo-brazo, el 13.3% de los pacientes presentó valores normales, el 80% se encuentra en un estadio de riesgo leve. NO se encontraron casos de riesgo moderado, severo o crítico y el 6.7% presentó calcificación arterial.

Figura 5

Riesgo arterial

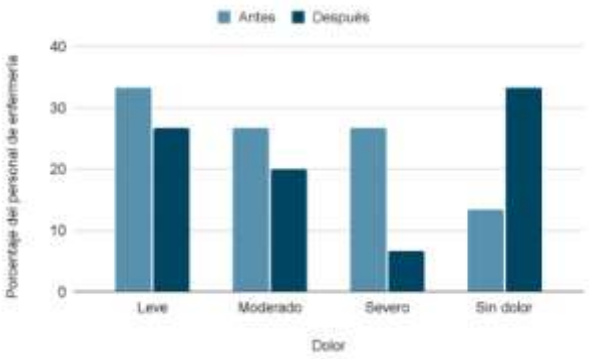


Nota: elaboración propia.

El dolor que reportaban los participantes antes de la intervención disminuyó drásticamente, ya que la cantidad de pacientes que reportaban dolor leve pasó de 33.3% a 26.7%, dolor moderado de 26.7% a 20%, dolor severo de 26.7% a 6.7%, y el porcentaje de participantes que no reportaban dolor, incrementó de 13.3% a 33.3%.

Figura 6

Comparación del dolor percibido antes y después de la aplicación de los Ejercicios de Buerguer-Allen en personal de enfermería con insuficiencia venosa periférica.

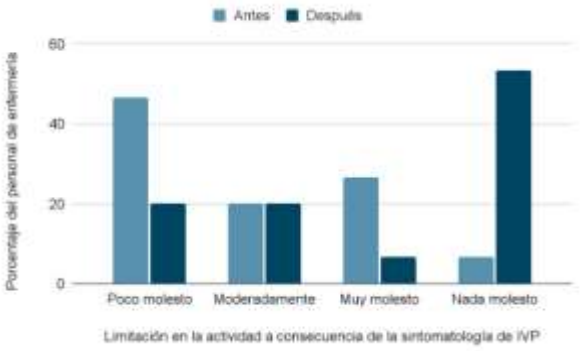


Nota: elaboración propia

Respecto a la limitación funcional que presentaban los participantes antes y después de la intervención, también hubo una evidente disminución, ya que inicialmente el 46.7% reportaba que sus actividades resultaban poco molestas, y al concluir, el porcentaje era 20%. El porcentaje que reportaba molestia moderada se mantuvo en 20%, mientras que el que reportaba mucha molestia pasó de 26.7% a únicamente 6.7%. El porcentaje de participantes que no reportaba molestia o limitación alguna aumentó drásticamente, de 6.7% a 53.7%.

Figura 7

Comparación de la limitación funcional a consecuencia de los síntomas de insuficiencia venosa periférica antes y después de la aplicación del protocolo de Ejercicios de Buerguer-Allen.



Nota: elaboración propia

Discusión y Conclusiones.

Discusión y conclusiones

La presente investigación comprobó que los ejercicios de Buerguer-Allen tienen un efecto positivo en la disminución de síntomas de insuficiencia venosa periférica en el personal de enfermería, sin embargo, fue posible observar una evidente dificultad para el apego al tratamiento por parte del Personal de Enfermería; ya que ningún paciente realizó los ejercicios durante más de cuatro días seguidos. A pesar de lo anterior, todos los pacientes refieren disminución de la sintomatología de IVP de manera posterior inmediata a haber realizado los ejercicios de Buerguer-Allen.

Cabe destacar la importancia de la regulación de las condiciones de trabajo a las que el Personal de Enfermería es expuesta día a día, ya que desempeñan una labor de suma importancia para nuestra sociedad actual. Se recomienda revisar y mejorar las condiciones laborales del personal de enfermería, por medio de la recomendación de uso de calzado sencillo de colocar y retirar, con peso menor a 300gr, que favorezca la movilidad de los dedos, estable, con suela que brinde amortiguación, antiestática y antiderrapante, con inclinación de talón de hasta 3.5cm, así como continuar con la aplicación de Ejercicios de Buerguer-Allen periódicamente.

Referencias Bibliográficas

Abbad, C., Rial, R., Ballesteros, D., & García, C. (2015). Guías de Práctica Clínica en Enfermedad Venosa Crónica. (DMedica, Ed.) INFORMACIONES DIGITALES Y COMUNICACIÓN, S. L, 36. doi: 978-84-944148-0-0

Bordignon, M y Monteiro, M. (2018). Problemas de salud entre profesionales de enfermería y factores relacionados. Enfermería Global. 2018(51). 435-446

Cassiani, S., Munar, E., Umpiérrez, A., Peduzzi, M. y Leija, C. (2020) La situación de la enfermería en el mundo y la Región de las Américas en tiempos de la pandemia de COVID-19. Rev Panam Salud Publica, 44, 1-2. https://doi.org/26633/RPSP.2020.64

Chang, C.-F., Chang, C.-C., & Chen, M.-Y. (2015). Effect of Buerger's Exercises on Improving Peripheral Circulation: A Systematic Review. Open Journal of Nursing,05(02), 120–128. https://doi.org/10.4236/ojn.2015.52014

Guanopatin, S. (2015). “Ejercicios de Buerguer Allen en pacientes de 40 a 70 años que presentan venas varicosas grado 1 y 2 que acuden al Centro Eco-laser de varices y úlceras e Instituto de Trombosis Benalcázar en la ciudad de Latacunga” (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Guía Práctica Clínica de Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Insuficiencia Venosa Crónica. México: Secretaría de Salud; 2009.

Kisner, C., y Colby, L. (2005). Ejercicio terapéutico fundamentos y técnica. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.

Kursat, B., Eberhardt R. y Mohamed I. S. (2017). Insuficiencia venosa crónica: Manejo y tratamiento. European Medical Journal (EMJ), 5(3), 2–14. https://emj.europeanmedical-group.com/wp-content/uploads/sites/2/2018/02/Insuficiencia-Venosa...-Fig-1-Removed.pdf

Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Insuficiencia Venosa, México: Secretaría de Salud; 2009, disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/175_GPC_INSUFICIENCIA_VENOSA_C/Imss_175ER.pdf

Román, J. A. (2021, 5 enero). México tiene déficit de 350 mil trabajadores de enfermería. La Jornada. https://www.jornada.com.mx/notas/2021/01/05/sociedad/mexico-tiene-deficit-de-350-mil-trabajadores-de-enfermeria/

Velásquez, A. (2018) Efecto de los ejercicios de Buerguer Allen en combinación con vendaje neuromuscular comparado únicamente con los ejercicios de Buerguer Allen en pacientes con insuficiencia venosa superficial estudio realizado en el hospital regional de occidente "San Juan de Dios". (tesis de grado). Universidad de Rafael Landívar. Quetzaltenango, Guatemala.

Vázquez, I., & Acevedo, M. (2016). Prevalencia de insuficiencia venosa periférica en el personal de enfermería. Enfermería Universitaria, 13(3), 166–170. http://dx.doi.org/10.1016/j.reu.2016.05.003

Identificación de Metabolitos Secundarios de Interés en frijol e licitado con DAMPs

ANDRADE GOMEZ MARIA ANDREA[1]; FEREGRINO PEREZ ANA ANGELICA[2]

Ingeniería Agroindustrial; Facultad de Ingeniería; Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala Carretera a Chichimequillas s/n, Km. 1, Amazcala, El Marqués, Qro., El Marqués Queretano, México mandrade13@uaq.mx *(M.A.A.G);* feregrino.angge@hotmail.com *(A.A.F.P)*

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1er Autor: Ana Angelica, FEREGRINO PEREZ (0000-0001-8001-5912)

Resumen

El primer plano de la investigación agrícola y genética vegetal, se investiga cómo las plantas pueden mejorar la resistencia a patógenos a través de exposiciones previas. Se evaluó el efecto de la exposición a un hongo patógeno en plantas de frijol y su ADN fue introducido en nuevas plantas. Se examinó la relación entre compuestos fenólicos y respuestas inmunitarias. Se identificaron taninos, flavonoides y fenoles en los granos de frijol, con mayores niveles en la muestra 2. Además, se observó una mayor capacidad antioxidante en la muestra 1. Estos resultados demuestran la influencia genética y ambiental en los compuestos y resaltan el potencial de estos frijoles como fuente de antioxidantes y defensa contra enfermedades.
Palabras clave — Resistencia de cultivos ,Exposición a patógenos ,Compuestos fenólicos

Abstract

At the forefront of agricultural research and plant genetics, the study investigates how plants can enhance resistance to pathogens through prior exposures. The effect of exposure to a pathogenic fungus on bean plants was assessed, and its DNA was introduced into new plants. The relationship between phenolic compounds and immune responses was examined. Tannins, flavonoids, and phenols were identified in bean grains, with higher levels in sample 2. Additionally, a greater antioxidant capacity was observed in sample 1. These findings demonstrate genetic and environmental influence on compounds and highlight the potential of these beans as a source of antioxidants and defense against diseases.
Keywords — Crop resistance, Pathogen exposure, Phenolic compounds

Introducción

En la investigación agrícola y genética vegetal, el estudio de las interacciones entre plantas y patógenos es esencial para mejorar la resistencia de los cultivos. Se busca una técnica que explique cómo las plantas pueden responder mejor a los patógenos a través de experiencias pasadas. Las plantas pueden activar su sistema de defensa ante varios estímulos, evidenciado por la producción de compuestos fenólicos, lo que demuestra su capacidad de adaptación.

Este estudio analiza cómo la exposición de plantas de frijol a un hongo patógeno, seguida de la extracción de su ADN y su inserción en nuevas plantas, impacta en su respuesta inmunológica. El objetivo es determinar si la memoria de la exposición previa mejora la defensa de las plantas receptoras, haciéndolas más eficientes frente al patógeno en comparación con aquellas no previamente expuestas.

Marco teórico

A. DAMPs

De manera inherente, todas las plantas sintetizan una gran diversidad de compuestos orgánicos, incluyendo los metabolitos secundarios.[1] El estímulo de los sistemas de defensa en las plantas posibilita una mayor eficacia en su respuesta ante futuros factores

estresantes (ya sean de origen biótico o abiótico). Esto propicia la acumulación de metabolitos secundarios y la activación de genes vinculados a la protección, enriqueciendo así la respuesta defensiva de las plantas. [2]

Los agentes estresantes de origen biológico consisten en elementos derivados de células. Esta categoría se subdivide en estresores exógenos, que engloban moléculas ajenas a las plantas, y estresores endógenos, que abarcan moléculas liberadas por las propias plantas como respuesta al daño celular causado por patógenos o condiciones ambientales. Estos últimos también son conocidos como patrones moleculares asociados al daño (DAMP).[2]

Así pues, la planta tiene la capacidad de identificar moléculas procedentes de diferentes organismos (ya sean perjudiciales o beneficiosos) o incluso de su propia estructura. Estos compuestos desempeñan un papel fundamental al desencadenar la respuesta inmunológica de las plantas, otorgándoles protección frente a patógenos u condiciones desfavorables. Además, se ha observado que ciertos estresores biológicos pueden ejercer acciones biocidas o inhibidoras contra patógenos cuando se aplican en concentraciones específicas.[2]

Materiales y métodos

Se utilizaron como materiales de estudio tres tratamientos de frijol de la misma especie. Los granos de frijol fueron molidos primeramente por un molinillo eléctrico de grano, posteriormente pasaron por una segunda molienda en un molino de café hasta pasar por una malla 80-US (0.180 mm), y fueron colocados en tubos falcón previamente rotulados. Las muestras de harinas resultantes fueron almacenadas a −20 °C hasta su uso.

Extracción Metanólica de Compuestos

Las extracciones metanólicas se realizaron de la siguiente manera: Se colocaron 200mg de muestra, y se agregaron 10 ml de metanol puro(99% grado HPLC) a cada muestra. Se mantuvieron en tubos falcón y se sonicaron por 30min(ELMASONIC P Multifrecuencia), posteriormente se centrifugaron (Thermo Scientific, Waltham,MA, USA) a 5000×grpm durante 10 min a 6ºC, se eliminaron los sedimentos formados en el fondo, quedando el sobrenadante muestra que se colocó en tubos eppendorf, los cuales se almacenaron a -20 °C hasta su uso.

Cuantificación de fenoles

El contenido de fenoles se determinó de la siguiente manera: A 40 µL de extracto metanólico (sobrenadante muestra) se le añadieron 460 µL de agua destilada, 250 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu y 1250 µL de solución de carbonato de sodio al 20%. Posterior a 2h en la oscuridad, las muestras se leyeron a 760 nm en el Thermo Scientific™ Espectrofotómetro de microplacas Multiskan™ GO. La cuantificación se realizo interpolando los resultados en una curva estándar de ácido gálico (0 a 20 mg). Cada extracto se analizó por triplicado y los resultados se expresaron en mg de ácido gálico equivalente (GAE) por gramo de muestra (mg GAE/g).

Taninos condensados

La cuantificación de taninos condensados se realizó por triplicado de la siguiente manera: En una microplaca de 96 pocillos se añadió 50µLdel extracto metanólico (sobrenadante muestra) con 200 µL de la solución 1:1 (v/v) de HCl 8%: vainillina 1%. Para el blanco, se colocaron 50 µL de la muestra y se agregaron 200 µL de HCl al 4%. Los taninos condensados se cuantificaron en el Thermo Scientific™ Espectrofotómetro de microplacas Multiskan™ GO con filtros de 492 nm. La cuantificación se realizó interpolando los resultados en una curva estándar de catequina. Los resultados se expresaron en mg de catequina equivalente por gramo de muestra (mgCE/g).

Flavonoides totales

El contenido de flavonoides totales se determinó por triplicado de la siguiente manera: Se mezclaron 50

µL de la muestra con 180 µL de metanol y 20 µL de solución de borato de 2- aminoetildifenilo al 1% en una microplaca de 96 pocillos. La absorbancia se registró utilizando el lector de placas Thermo Scientific™ Espectrofotómetro de microplacas Multiskan™ GO con filtros de 404 nm. La cuantificación se realizó interpolando los resultados en una curva estándar de rutina. Los resultados se expresaron como mg de rutina equivalente (RE) por gramo de muestra (mgRE/g).

Actividad antioxidante DPPH

La actividad antioxidante de DPPH se determinó utilizando el siguiente método: El reactivo DDPH (difenil-picril-hidrazilo) se preparó en un matraz de 25 ml, se ajustó con metanol y se agregó a la solución Trolox con diferentes concentraciones y al sobrenadante muestra. La absorbancia se registró en el Thermo Scientific™ Espectrofotómetro de microplacas Multiskan™ GO a 532 nm cada 10 min durante 90 min. La placa se cubrió y se mantuvo en la oscuridad a temperatura ambiente entre lecturas. La cuantificación se realizó interpolando los resultados en una curva estándar de Trolox a concentraciones de 0,05–0,8 mM.
La actividad antirradical (ARA) se calculó por el porcentaje de decoloración DPPH utilizando la Ecuación (1), donde $Amuestra$ es la absorbancia de la muestra a 532 nm, y $Cabs$ es la absorbancia del control (ausencia de antioxidante).
La capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) se calculó mediante la Ecuación (2), donde $Amuestra$ es la absorbancia de la muestra a 532 nm, m es la pendiente de la curva de calibración y $Cmuestra$ es la concentración de cada muestra.

$$ARA = (1 - Aabs/Cabs)x100 \quad (1)$$
$$TEAC = (Aabs/m \times Cmuestra) \quad (2)$$

Actividad antioxidante ABTS

La actividad antioxidante de los extractos se realizó de la siguiente manera :Se añadió persulfato de potasio a las muestras a una concentración de 140 mM y se protegieron de la luz a temperatura ambiente durante 12 h. La absorbancia se midió en el Thermo Scientific™ Espectrofotómetro de microplacas Multiskan™ GO a una longitud de onda de 734 nm, de 0.7 a 1. Adicionalmente, se agregaron 19.20 mg de reactivo a 5 ml de agua destilada y 88 µL de persulfato de sodio para formar el radical ABTS. Las muestras se prepararon en una microplaca de 96 pocillos con el extracto y ABTS. Se utilizó metanol y ABTS como control y una mezcla de la muestra con metanol como blanco. La absorbancia se midió a 734 nm en el Thermo Scientific™ Espectrofotómetro de microplacas Multiskan™ GO.
La cuantificación se realizó interpolando los resultados en una curva estándar de concentraciones de Trolox de 50 a 800 µM. Los resultados se expresan como µM Trolox/g. La capacidad antioxidante ABTS se calculó utilizando la Ecuación (3).

$$\%Inhibicion = ((Inicialabs - finalabs)/(Inicialabs)) \times 100 \quad (3)$$

Resultados

Tabla 1. Concentraciones obtenidas por metabolito secundario

Muestra	M1	M2	M3
FENOLES (mgEq Ac. Gálico /g muestra)	287.91	294.10	77.82
FLAVONOIDES (mgEq Rutina/g muestra)	0.100	0.146	0.083
TANINOS (mgEq Catequina /g muestra)	6.422	6.813	6.179
DPPH (mgEq Trolox/g muestra)	0.0028	0.0019	0.0011
ABTS (mgEq Trolox/g muestra)	1715.66	1258.24	651.34

Factores involucrados en el ensamblaje de comunidades bacterianas

Evaluación del efecto de factores bióticos y abióticos en el ensamblaje y estabilidad de una comunidad bacteriana sintética multiespecie.

Carmen Anistro*, Roberto Álvarez y Etzel Garrido
Unidad de Microbiología Básica y Aplicada, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, 76123, Querétaro, México. *E-mail: canistro22@alumnos.uaq.mx

Resumen

Determinar los factores involucrados en el establecimiento y ensamblaje de las comunidades bacterianas es un reto para la ecología microbiana. El abordaje a este cuestionamiento ha asumido que a partir de conocer las interacciones pareadas entre los miembros de la comunidad es posible escalar el efecto. La evidencia sugiere que de estas interacciones las antagónicas promueven la estabilización del sistema. En este trabajo se pone a prueba la hipótesis de que si las interacciones pareadas de los miembros de una comunidad forman un gradiente de mutualismo a antagonismo, se promueve el ensamblaje y la posterior estabilización de la comunidad. Este estudio combina el modelaje matemático y bioensayos experimentales usando bacterias previamente aisladas del filoplano de *Datura inoxia.* Primero, se estimaron los parámetros del éxito reproductivo y capacidad de carga de cada bacteria, así como el resultado de las interacciones pareadas, con estos datos se realizó el modelaje de la comunidad con el modelo generalizado Lotka-Volterra. Segundo, se realizaron bioensayos en los cuales tres especies se pusieron a interactuar hasta que la comunidad fue estable, posteriormente se inoculó la cuarta especie bacteriana para simular una perturbación. En uno de los grupos de ensayos se renovó el medio cada dos horas, haciendo posible distinguir entre el efecto de la modificación del medio y el de las interacciones bacterianas. Los resultados del modelaje matemático concuerdan con los bioensayos, ambos revelan coexistencia y estabilidad inicial, revelando que factores bióticos y abióticos tienen un efecto significativo en el ensamblaje y la estabilización de la comunidad.

Abstract

Determining the effects of the different factors involved in the establishment and assembly of bacterial communities remains a challenge in microbial ecology. The approach to answering this question has assumed that knowing the result of all the pairwise interactions can help us understand how the communities are formed. Recent evidence suggests that antagonistic interactions are the ones promoting the stability of the community. Therefore, we tested the hypothesis that a gradient in the result of the pairwise interactions -from mutualistic to antagonistic- promotes the assembly of a stable synthetic community. Our study combines mathematical modeling and experimental bioassays using bacterial species previously isolated from the phylloplane of the plant *Datura inoxia*. First, we estimated the fitness and carrying capacity of each bacteria species as well as the type and intensity of all their pairwise interactions. . From this data the mathematical modeling was carried out with the generalized Lotka-volterra model. Second, bioassays were carried where three species were left to interact over time until the community reached a stable composition, after which an inoculation with a fourth bacterial species was done to simulate a disturbance. In one set of the trials, the culture medium was changed every two hours to be able to discern between the effect of medium modification and that of bacterial interactions. The results of our model agree with the experimental bioessays, both reveal coexistence and initial stability meaning that biotic and abiotic

Taninos

Los taninos son compuestos polifenólicos de los alimentos pertenecientes al grupo de los flavonoides. [3] Los taninos se encuentran de manera generalizada en las plantas y cumplen el propósito de resguardarlas de amenazas externas. [4]

Los taninos están localizados en la testa y tienen un rol importante en el sistema de defensa de las semillas; por ejemplo, para las que están expuestas al daño oxidativo por muchos factores ambientales, su astringencia brinda protección contra patógenos y depredadores.[5]

La concentración de taninos en los extractos de los granos de frijol evaluados mostró valores en un rango de 6.17 mg EC/100 g a 6.81 mg EC/100 g (Tabla 1).Diversos investigadores han reportado valores de taninos condensados en frijol común de 0.72 mg EC/100 g a 5.42 mg EC/100 g [6] , resultando en una concentración más elevada los frijoles previamente expuestos al patógeno que aquellas que no estuvieron previamente expuestas, siendo la muestra 2 la de mayor contenido de taninos.

Sin embargo ,las diferencias en su proporción podrían derivarse no solo de las características genéticas sino también de las condiciones del entorno. Expresado en características como el grosor de la capa externa, su presencia o ausencia, así como el tono del núcleo y el matiz en los granos de frijol, las cuales son respuesta de la concentración de taninos [7]. Además, el contenido de taninos disminuye con el tiempo en el grano, probablemente debido a reacciones de oxidación que pueden sufrir durante su almacenamiento por la acción del polifenol oxidasa [3].
No obstante , el contenido de taninos en el grano de frijol es muy importante ya que este se le ha relacionado con la actividad antioxidante [3] ,antibacteriano, antiviral, antiinflamatorio, así como vasodilatador y provocar apoptosis en ciertas células cancerosas, por lo que el consumo y la investigación del frijol con alto contenido de compuestos fenólicos, podría evitar el surgimiento de distintas enfermedades crónico-degenerativas. [8]

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos fenólicos y una clase de metabolitos secundarios de las plantas derivados de la condensación del ácido cinámico con tres grupos malonil-CoA.[12] Los principales flavonoides reportados en leguminosas son flavanoles, flavan-3-oles, flavonas y antocianidinas. [10]

El contenido de flavonoides obtenidos en los extractos de los granos de frijol evaluados mostró valores entre 0.083 mg EC/100 g a 0.146 mg EC/100 g.(Tabla 1)Diversos investigadores han reportado valores de flavonoides totales en frijol común de 0.83 mg EC/100 g (bs) a 3.31 mg EC/100 g [11], resultando en un rango de concentraciones similares tanto en los frijoles previamente expuestos al patógeno como en aquellos que no fueron previamente expuestos, exceptuando la muestra 3 con un menor contenido de flavonoides en comparación con la bibliografía encontrada y siendo la muestra 2 la de mayor contenido de flavonoides.

De manera similar a los taninos, las diferencias identificadas podrían relacionarse con las características genéticas, las propiedades físicas de los granos, el entorno en el que crecen y, especialmente, con la disposición anatómica de los elementos constituyentes del grano [8]
El contenido de flavonoides en el grano de frijol es muy importante, ya que las propiedades nutracéuticas atribuidas al frijol se han relacionado principalmente a este tipo de compuestos bioactivos.

Fenoles

Los compuestos fenólicos son todas aquellas sustancias que se enlazan a estructuras aromáticas o alifáticas, originándose principalmente en el reino vegetal [12]

El contenido de compuestos fenólicos obtenidos en los extractos de los granos de frijol evaluados mostró valores en un rango de 77.8 mg EAG/100 g a 294.1 mg EAG/100 g. (Tabla 1) Diversos investigadores han reportado valores de fenoles en frijol común de

43.55 mg EAG/100 g a 158.50 mg EAG/100 g [13], resultando en una concentración más elevada los frijoles previamente expuestos al patógeno que aquellas que no estuvieron previamente expuestas, siendo la muestra 2 la de mayor contenido de fenoles.

Las diferencias halladas en la cantidad de compuestos fenólicos podrían originarse no solo por características genéticas, sino también por propiedades físicas de los granos y la manera en que se distribuyen los diversos componentes dentro del frijol. Esto se debe a la testa, el sitio principal donde se producen la mayoría de los compuestos fenólicos. [8], el entorno en el que se desarrolle la planta y las múltiples interacciones con los microorganismos provenientes de la rizosfera. [12]

La investigación respecto al contenido de fenoles en el grano de frijol es muy importante ya que se ha reportado que los compuestos fenólicos contienen propiedades antioxidantes, lo cual son el motivo de posibles implicaciones a la salud humana, como la prevención del cáncer, las enfermedades cardiovasculares e incluso enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. [8]

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante total (CAT) se define como el potencial de una sustancia o compuesto para inhibir o dificultar la oxidación de un sustrato hasta en cantidades muy pequeñas. [14]

Los elementos antioxidantes presentes en los frijoles se localizan principalmente en una forma enlazada, unida mediante enlaces éster a los componentes estructurales de la pared celular, como la celulosa y la lignina. Estos elementos actúan de manera eficaz como antioxidantes contra los radicales hidroxilos y peroxilo, y tienen la capacidad de resistir la digestión en el tracto gastrointestinal, alcanzando el colon donde ejercen su función antioxidante. [8]
En este caso , los métodos utilizados para conocer la capacidad antioxidante fueron DPPH y ABTS.

La capacidad antioxidante por el método ABTS obtenidos en los extractos de los granos de frijol evaluados mostró valores en un rango de 651.34 µmol ET/100 g a 1715.66 µmol ET/100 g.(TABLA1). Diversos investigadores han reportado valores de ABTS en frijol común de 243.59 µmol ET/100 g a 1282.70 µmol ET/100 g [15] resultando en una concentración más elevada los frijoles previamente expuestos al patógeno que aquellas que no estuvieron previamente expuestas, siendo la muestra 1 la de mayor capacidad antioxidante por el método ABTS.

En cambio, la capacidad antioxidante por el método DPPH obtenidos en los extractos de los granos de frijol evaluados mostró valores en un rango de 0.0011 µmol ET/g a 0.0028 µmol ET/g. (TABLA 1) Diversos investigadores han reportado valores de DPPH en frijol común de 0.09 µmol ET/g a 0.58 µmol ET/g [16], resultando en una concentración más baja los frijoles previamente expuestos al patógeno que aquellas que no estuvieron previamente expuestas, siendo la muestra 1 la de mayor capacidad antioxidante por el método DPP.

En ambos casos la muestra 1 fue la que obtuvo mayor capacidad antioxidante , seguido de la muestra 2, esto se debe principalmente a su mayor contenido de antocianinas, comprobando su importancia en el aumento de la capacidad antioxidante en frijol. [17]

Incorporar antioxidantes en la alimentación adquiere relevancia, ya que estos tienen la capacidad de contrarrestar los radicales libres y disminuir la probabilidad de desarrollar enfermedades crónicas y degenerativas. Por consiguiente, es de gran importancia investigar la capacidad antioxidante en leguminosas. Actualmente, la capacidad antioxidante presente en los frijoles se considera un marcador de sus potenciales beneficios para la salud humana. [8]

Conclusiones

Las muestras de frijol estudiadas mostraron diferencias en el contenido de fitoquímicos (flavonoides, fenoles y taninos), así como de la capacidad antioxidante. La mayoría de los compuestos fenólicos, flavonoides y taninos se

encontró en la muestra 2 seguido de la muestra 1; además , está fue la que obtuvo un mayor contenido de capacidad antioxidante.

El presente estudio reveló que los genotipos de frijol evaluados mostraron una significativa cantidad de flavonoides y compuestos fenólicos , lo que nos muestra una respuesta positiva al tratamiento DAMPs que se realizó en la planta hospedera y se vio reflejado en la cosecha, además de la oportunidad de ser usados como una fuente natural de antioxidantes y de defensa contra varias enfermedades crónicas.

Sin embargo, se necesitan mayores pruebas sobre la investigación, con un mayor número de repeticiones, variedades de frijol ,diferentes generaciones de la planta de frijol previamente expuesta al patógeno ,entre otras variantes, para afirmar que las diferencias en las concentraciones del contenido de fitoquímicos es solo dado por el tratamiento DAMPs y descartar la influencia en las concentraciones dadas por el ambiente y las variedades físicas del frijol.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Querétaro por permitirme el acceso al laboratorio de metabolitos y nanocompositos, a la doctora Ana Angélica Feregrino Pérez, por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación, por su guía y apoyo en la redacción de este reporte y experimentos, así como a mis compañeros Mariana, Pilar y Cristian por su apoyo constante para realizar las técnicas correctas y necesarias durante este verano de investigación.

REFERENCIAS

[1] Zárate-Martínez, William, González-Morales, Susana, Ramírez-Godina, Francisca, Robledo-Olivo, Armando, & Juárez-Maldonado, Antonio. (2021). Efecto de los ácidos fenólicos en el sistema antioxidante de plantas de tomate (Solanum lycopersicum Mill.). Agronomía Mesoamericana, 32(3), 854-868. https://dx.doi.org/10.15517/am.v32i3.45101

[2] Godínez-Mendoza, P. L., Rico-Chávez, A. K., Ferrusquía-Jimenez, N. I., Carbajal-Valenzuela, I. A., Villagómez-Aranda, A. L., Torres-Pacheco, I., & Guevara-González, R. G. (2023). Plant hormesis: Revising of the concepts of biostimulation, elicitation and their application in a sustainable agricultural production. The Science of the total environment, 894, 164883. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164883

[3] Garcia-Mier, L.,Loarca-Piña, F. G., Morales-Sanchez, E.(2009). Contenido total de taninos condensados en las variedades Pinto Zapata, Azufrado Higuera,Negro 8025 y Bayo Madero de frijol común(Phaseolus vulgaris L.) cocidas por calentamiento óhmico.Centro de Investigacion en Ciencia

[4] La Naturaleza, L. T. E. N. (s/f).(2021) TANINOS: SU NATURALEZA, ORÍGEN Y EFECTOS ENOLÓGICOS. Enartis.com. https://www.enartis.com/wp-content/uploads/2021/02/Enartis-Newsletter-Tannins-ES.pdf

[5] Dong, C. (2015). Protective effect of proanthocyanidins in cadmium induced neurotoxicity in mice. Drug Research, 65(10), 555-560. doi: https://doi.org/10.1055/s-0034-1395544

[6] Contenido de taninos en el grano y características agronómicas. (s/f).

[7] Garcia-Mier, L.,Loarca-Piña, F. G., Morales-Sanchez, E.(2009). Contenido total de taninos condensados en las variedades Pinto Zapata, Azufrado Higuera,Negro 8025 y Bayo Madero de frijol común(Phaseolus vulgaris L.) cocidas por calentamiento óhmico.Centro de Investigacion en Ciencia Aplicada y Tecnologia Avanzada https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/6550/LGM.TESIS.PDF.PDF?sequence=1&isAllowed=y

[8] Rochín-Medina, Jesús Jaime, Mora-Rochín, Saraid, Navarro-Cortez, Ricardo Omar, Tovar- Jimenez, Xochitl, Quiñones-Reyes, Guillermo, Ayala-Luján, Jorge Luis, & Aguayo-Rojas, Jesús. (2021). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de variedades de frijol sembradas en el estado de Zacatecas. Acta universitaria, 31, e3059. Epub 16 de febrero de 2022.https://doi.org/10.15174/au.2021.3059

[9] Zavala Arcos, J. (2005). Efecto preventivo de los flavonoides del frijol negro (phaseolus vulgaris) germinado sobre el cáncer de mama inducido en un modelo animal. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

[10] Díaz-Batalla, L., Widholm, J. M., Fahey, G. C., Castaño-Tostado, E., & Paredes-López, O. (2006). Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (Phaseolus vulgaris L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry , 54(6), 2045-2052. doi: https://doi.org/10.1021/jf051706l

[11] Christopher, I. Q., & Martínez, C. (s/f). MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS PRESENTA.

[12] López Mendoza, S. (2017). La planta de frijol como fuente de

compuestos fenólicos con actividadbiológica y antioxidante y su variación por la inoculación con Arthrobacter agilis UMCV2. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[13] Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de. (s/f).

[14] Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., González-Rosendo, G., Alcántar-Rodríguez, V. E., Puga-Díaz, R., & Quintero-Gutiérrez, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). Tip revista especializada en ciencias

[15] Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de. (s/f).

[16] Samantha Rodríguez Villagómez, I. I. A., Guadalupe, D. M., & Loarca Piña, F. (s/f). PRESENTA.

[17] Bai, Y., Xu, Y., Wang, B., Li, S., Guo, F., Hua, H., Zhao, Y., & Yu, Z. 2017. Comparison of phenolic compounds, antioxidant and antidiabetic activities between selected edible beans and their different growth periods leaves. Journal of Functional Foods, 35(1), 694-702. doi: https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.06.036

factors have a significant effect on the assembly and stabilization of the community.

Palabras clave
comunidad bacteriana, comunidad sintética, estructura de la comunidad, modelo matemático, modelo Lotka Volterra, filoplano, interacciones bacterianas.

Keywords
bacterial community, synthetic community, structure community, mathematical model, Lotka volterra model, phylloplane, bacterial interaction.

Introducción

Pocas veces somos conscientes de lo que no vemos, sin embargo, inevitablemente nos encontramos interactuando con microorganismos. A lo largo de la historia evolutiva dichas interacciones han moldeado la vida, no sólo generando sistemas únicos en los que el organismo huésped y sus socios microbianos contribuyen positiva y negativamente a la estabilidad y éxito reproductivo general del sistema, sino también formando comunidades microbianas, sistemas complejos capaces de alterar su ambiente, a sus huéspedes e incluso el comportamiento y metabolismo de sus integrantes. Conocer los factores que determinan el ensamblaje y establecimiento de una comunidad microbiana aún es un reto para la ecología microbiana el cual será abordado en este trabajo.

El término comunidad microbiana se refiere al ensamblaje de poblaciones microbianas que interactúan entre ellas y con el ambiente variando espacial y temporalmente. Dichas interacciones se dan en función de las poblaciones presentes y la distribución de las mismas en el espacio-tiempo de manera que otorgan a la comunidad atributos característicos tales como la estructura y función de la comunidad; la estructura de una comunidad puede ser descrita en términos de diversidad mientras que la funcionalidad en términos de actividad fisiológica dentro de los ecosistemas (Alejandra Zamora, Nora Malaver y Jesús Ramoa, 2012). El hecho que las comunidades microbianas sean capaces de mantener ciertas características habla de que llegan a formar sistemas estables, es decir, son poseedoras de propiedades emergentes como la resiliencia y la resistencia. La resiliencia hace referencia al grado en el cual el sistema vuelve al estado previo a la perturbación y la resistencia es el grado en el cual el estado de un sistema no presenta una pérdida aguda de su función frente a la perturbación (Tellez, 2017). La estabilidad de una comunidad microbiana está sujeta a diversos factores; sin embargo, se le atribuye en gran medida a la diversidad dado que entre más diversa sea tendrá mayores capacidades metabólicas, de manera que la carga metabólica se divide entre los miembros de la comunidad (Aguilar Salinas, 2018), lo que la lleva a alcanzar más fácilmente la estabilidad y a un mayor grado de complejidad. Las bacterias, al igual que hongos, arqueas, virus y protozoos conforman las comunidades microbianas; sin embargo estas son los habitantes más abundantes del filoplano (Mayoral-Peña et al., 2022), en este hábitat conformado por la superficie abaxial y adaxial de las hojas, se encuentran formando comunidades bacterianas altamente diversas, que pueden llegar a mediar rasgos funcionales de la planta, proveyendo nuevas capacidades bioquímicas o alterando vías de señalización ya existentes. Es por esto que la interacción de la planta con las bacterias epífitas tiene una implicación directa con la ecología del huésped, provocando plasticidad fenotípica y por consiguiente posible expansión del nicho (Friesen et al., 2011), lo que provoca un proceso coevolutivo, tanto en microbios como en plantas a pesar de estar en diferentes escalas temporales.

El ensamblaje de una comunidad bacteriana depende tanto de factores bióticos y abióticos, en el filoplano no está claro si las comunidades alcanzan la estabilidad (Koskella, 2020) debido a las inclemencias climáticas y todos los mecanismos de

dispersión a los cuales están expuestas las comunidades bacterianas establecidas en este hábitat. Los mecanismos de dispersión pueden ir desde la salpicadura de gotas de lluvia, deposición de aerosoles mediada por el viento y animales u otras plantas que fungen como vectores haciendo probable la invasión colonial (Koskella, 2020). Sin embargo, no todos los microorganismos logran establecerse debido a los efectos de prioridad, es decir, el orden de arribo de las bacterias a la comunidad puede facilitar o inhabilitar la colonización por parte de otros microorganismos (Aguilar Salinas, 2018). Esto se explica por la modificación que los microorganismos realizan en su ambiente al cambiar la disposición de recursos e incluso su composición a causa de las interacciones entre ellos como la competencia tanto explotativa como de interferencia así como por mecanismos endógenos propios de las bacterias como la transferencia horizontal y la expresión diferencial de genes mediados por el contexto poblacional de la comunidad. Las interacciones bacterianas como cualquier otra relación entre organismos vivos se comportan en un espectro dinámico de mutua ayuda a mutua exclusión. Generalmente estas interacciones se han estudiado de manera pareada con especial énfasis en las relaciones antagonistas debido al interés biotecnológico, sin embargo, estudios recientes han demostrado que de hecho el antagonismo puede evitar invasiones a la comunidad y el sobrelape del aprovechamiento de los nutrientes, favorecer la partición de nichos y por ende preservar las comunidades (Aguilar Salinas, 2018), de tal forma que estas interacciones serían primordiales para el establecimiento de comunidades en ambientes como el filoplano. Resulta importante analizar cómo las interacciones bacterianas modifican sus fenotipos, cuáles son, qué y cómo se llevan a cabo; cómo se estructuran los ensambles biológicos y cómo cambia la estructura de las comunidades en el espacio-tiempo. Para comenzar a entender la ecología de las comunidades microbianas, debido a la complejidad que presentan se ha comenzado el estudio con comunidades sintéticas, así pues el presente estudio tiene como objetivo evaluar la dinámica de una comunidad sintética conformada por especies bacterianas epifitas del filoplano de *Datura inoxia*.

Metodología

Sistema de estudio

Las bacterias utilizadas como sistema de estudio son especies epífitas del filoplano de *Datura inoxia,* aisladas e identificadas previamente como *Bacillus pumilus, Sporosarcina sp. KP5-3, Sporosarcina luteola* y *Arthrobacter sp*. Dichas cepas forman parte del "Cepario Bacteriano de Plantas e Insectos" del Grupo de Evolución Teórica y Aplicada de la Unidad de Microbiología Básica y Aplicada de la Universidad Autónoma de Querétaro. Todas las bacterias pertenecientes al cepario fueron aisladas de localidades ubicadas en el municipio de El Marqués, Querétaro durante el verano de 2020.

Selección de especies bacterianas

Las especies bacterianas fueron seleccionadas debido a la diferencia fenotípica colonial ya que esto metodológicamente es conveniente al permitir conocer la presencia o ausencia de las cepas visualmente en un medio sólido (Figura 1A). Además, las interacciones entre las especies seleccionadas conforman un espectro de interacciones con intensidades diferenciales negativas e incluso ligeramente positivas (Figura 1A, B). La selección de estas especies ha sido reforzada debido a la baja abundancia que presentan en el filoplano y el creciente interés por estudiar taxones clave raros que podrían estar proporcionando recursos vitales a la comunidad.

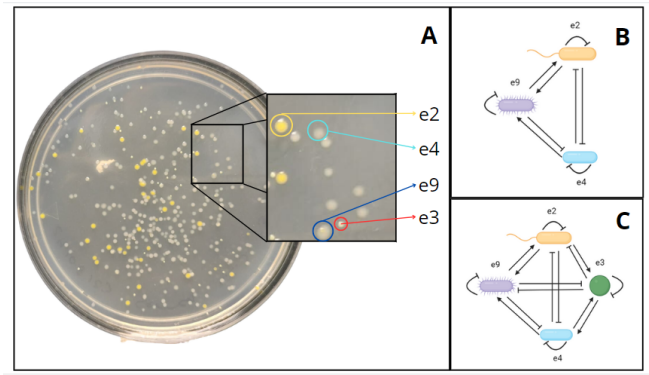


Figura 1.- Selección de especies bacterianas. **A)** Las colonias seleccionadas corresponden a cada una de las especies interactuantes, *B. pumilus* (e2), *S. luteola* (e4), *Arthrobacter spp.* (e9), *S. sp. KP5-3* (e3). **B)** Red de interacción de la comunidad original. **C)** Red de interacción con la especie perturbadora.

Dinámica in sílico

Se estimó la tasa de crecimiento específica (μ), la capacidad de carga (K) y la competencia intra e inter específica con el paquete gauseR (R Core Team, 2023) a partir de los datos obtenidos de la dinámica de crecimiento de cada especie, para esto se realizó la curva de crecimiento de cada bacteria por triplicado (Figura 2). Para la realización de las curvas de crecimiento se tomó con un asa bacteriológica calibrada de tamaño medio una colonia y se inoculó en 20 ml de caldo Luria, consecuentemente se midió la densidad óptica de dicho cultivo en intervalos de 1 hora hasta alcanzar la fase estacionaria. Una vez estimados los parámetros se realizó el modelado matemático de la comunidad con el modelo generalizado Lotka Volterra:

$$\frac{d}{dt}xi(t) = xi(bi + \sum_{j=1}^{n} aij\, xj),\ i = 1, \dots, n$$

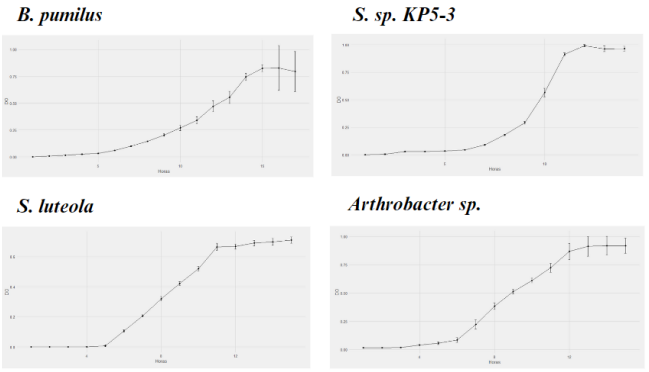


Figura 2.- Curvas de crecimiento bacteriano

Bioensayos de estabilidad

La dinámica de la comunidad obtenida a partir del modelo matemático, se tomó como referencia para los bioensayos, los cuales consistieron en cultivar de manera independiente cada especie bacteriana a 27°C por el tiempo suficiente para alcanzar la fase exponencial. Posteriormente se formó la comunidad al inocular 330 ul de cada especie bacteriana (*Bacillus pumilus, Sporosarcina luteola y Arthrobacter spp.)* con una concentración de $2.20x10^{17}$ UFC/mL en 25 mL de LB. A partir de esta comunidad se realizaron dos grupos de ensayos. En ambos grupos se monitoreó a la comunidad por 12 horas, sembrando 100 ul en cajas de petri con medio LB por la técnica de esparcido cada 2 horas, dichas cajas se incubaron a 27°C durante 24 hrs. En el primer grupo no hubo perturbación por lo que la variable entre los dos ensayos que lo conforman fue el recambio de medio, lo que consistió en tomar 100 ul de la comunidad e inocular en 25 ml de medio nuevo (LB), esto se realizó cada 2 hrs mientras que en su contraparte no. El segundo grupo también consistió en dos ensayos, con y sin recambio de medio; sin embargo, en este grupo después de 4 hrs, se inoculó a la comunidad 330 ul de Sporosarcina sp. KP5-3 a una concentración de $2.20x10^{17}$, lo que representó una perturbación en la comunidad. De manera que se realizaron cuatro bioensayos: sin perturbación y sin recambio de medio; sin perturbación y con recambio de medio; con perturbación y sin recambio de medio y, con

perturbación y con recambio de medio. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

Obtención de datos

Se contaron las colonias de cada bacteria en todas las cajas de petri una vez concluida su incubación. Se obtuvo el número de UFC/mL de cada bacteria a lo largo del tiempo por ensayo, a partir del cual se estimó el índice de diversidad de Simpson para poder comparar la estructura de la comunidad, para lo cual se realizó un ANOVA de medidas repetidas de tres vías realizado con el paquete rstatix (R Core Team, 2023).

Resultados

Dinámica comunitaria

A partir de la simulación obtenida del modelo generalizado de Lotka-Volterra (Figura 3) se reforzó la selección de las especies y se decidió cuál fue la especie perturbadora (*S. sp. KP5-3*) y cuáles las que conformaron la comunidad original (*B. pumilus, S. luteola* y *A. sp.*), dado que de esta manera la comunidad fue estable y mostró coexistencia aún con la especie perturbadora. La simulación fue adecuada ya que en los cuatro bioensayos hubo coexistencia y en términos de abundancias relativas (Figura 4) fue posible observar cierta estabilidad a las cuatro horas de interacción. Sin embargo, posterior a la perturbación no fue posible aseverar el restablecimiento de su estabilidad. Interesantemente, en el ensayo 2 (sin perturbación y con recambio de medio) las abundancias relativas en las últimas 6 hrs sí parecen ser estables.

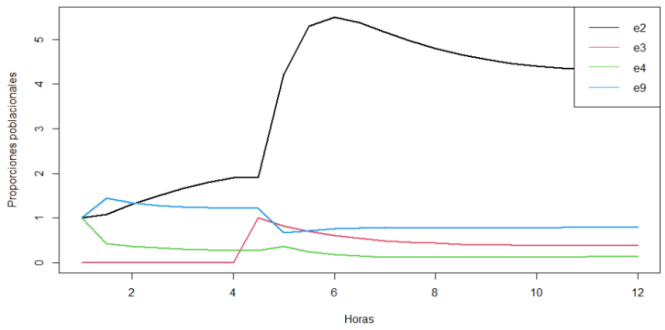


Figura 3.- Simulación de dinámica comunitaria obtenida a partir del modelo generalizado de Lotka-Volterra.

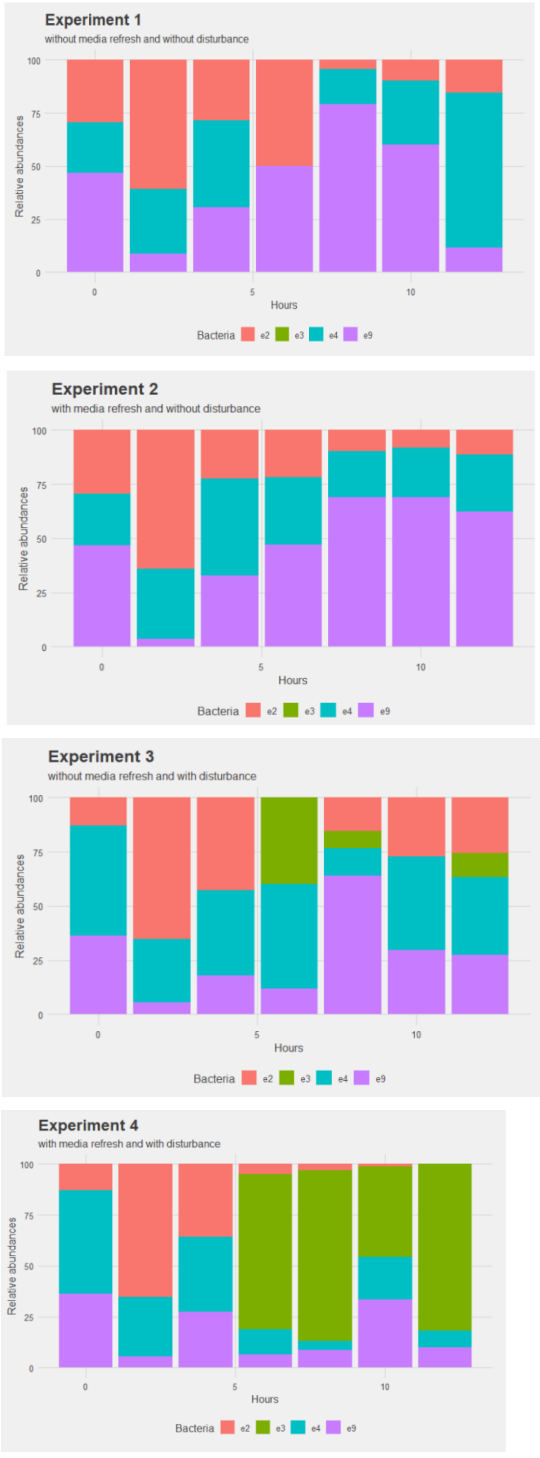


Figura 4.- Abundancias relativas a lo largo del tiempo

Estructura comunitaria

La estructura comunitaria se midió en términos de diversidad durante 12 hrs (Figura 5). No se obtuvo un efecto significativo del recambio de medio ni de

la perturbación hasta las 8 hrs, en el cual el efecto de la perturbación alteró significativamente la estructura de la comunidad; sin embargo, el efecto se diluye a las 10 hrs. A las 12 hrs es evidente que el recambio de medio, en este caso el factor abiótico y la invasión a la comunidad, factor biótico, son capaces de alterar la estructura comunitaria, teniendo un efecto significativo entre los 4 ensayos y dentro de los 2 grupos de ensayos.

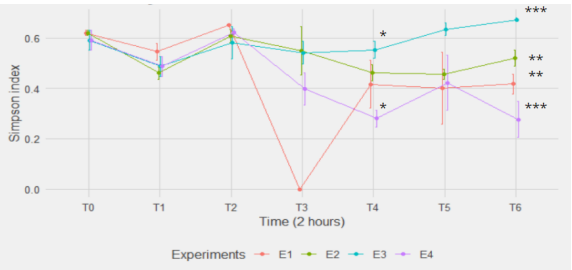


Figura 5.- Estructura comunitaria.

Discusión y conclusión

El filoplano es un hábitat oligotrófico donde los recursos provienen principalmente de deposiciones aéreas o exudados de la planta (Yao et al., 2019). Las bacterias epífitas cuentan con múltiples estrategias para maximizar la disponibilidad de recursos como la lixiviación, la modificación de la cutícula cerosa, secreción de sustancias tensoactivas o la generación de poros en las células vegetales para generar la fuga de sacáridos (Lindow & Brandl, 2003); sin embargo, existen sitios discretos en la superficie foliar que posiblemente no pueden ser colonizados debido a que los nutrientes no se distribuyen uniformemente lo que genera micro ambientes con gradientes de recursos y condiciones ambientales (Remus-Emsermann et al., 2012). De manera que las comunidades bacterianas tampoco se distribuyen de manera homogénea, dado que su distribución depende de las interacciones entre sus integrantes, con otras comunidades y el entorno abiótico (Alejandra Zamora, Nora Malaver y Jesús Ramoa, 2012) de acuerdo a sus necesidades fisiológicas y metabólicas.

Las bacterias, como organismos que interactúan dentro y entre especies mientras responden a estímulos externos son capaces de expresar diferencialmente sus genes para crecer en entornos específicos (Freilich et al., 2009). En este sentido, las bacterias en comunidad tienen vías bioquímicas complementarias, lo que permite la simplificación del genoma al aprovechar metabolitos sintetizados por otros miembros de la comunidad, con ello menor gasto energético para cubrir sus requerimientos metabólicos y mayor inversión en otras actividades como el crecimiento y división (Stubbendieck et al., 2016). Esto puede llevar a la pérdida de genes evitando la redundancia dentro de la comunidad y favoreciendo la especialización, lo que sugiere que comunidades enteras podrían depender de taxones clave poco abundantes que generan recursos vitales (Lerch et al., 2022), de forma que los bienes públicos de la comunidad deben ser protegidos ya que pueden cambiar toda la dinámica de la comunidad. Debido a la modificación de los propios integrantes y de los recursos disponibles en el espacio que ocupa la comunidad, las interacciones microbianas pueden ser un factor determinante en el establecimiento de poblaciones bacterianas. En el filoplano esto se ve evidenciado por ejemplo con el efecto de prioridad que destaca el hecho de que el orden de arribo a la comunidad supone un fuerte ventaja competitiva (Fitzpatrick et al., 2020).

Si bien el sintrofismo metabólico de las comunidades bacterianas posibilita el aprovechamiento de mayor diversidad de nutrientes mediante servicios y bienes públicos, así como menor gasto energético para cubrir requerimientos metabólicos indispensables, también implica la dependencia multiespecífica (Sachs & Hollowell, 2012) siendo favorecida una comunidad bacteriana cooperativa únicamente si la comunidad es altamente diversa, por lo que los nichos ecológicos estarían ocupados lo que disminuiría la probabilidad de inversión y conduciría a la estabilidad comunitaria siendo así, particularmente

importantes las interacciones antagónicas durante el ensamblaje de la comunidad. Dado que el antagonismo preserva la comunidad ya que se intensifica cuando hay un sobrelape de nutrientes evitando la invasión por parte de fenotipos tramposos (Aguilar Salinas, 2018) que aprovechan los bienes públicos sin hacer un intercambio por otros bienes que miembros de la comunidad podrían aprovechar. De forma que el antagonismo permitiría la invasión únicamente a fenotipos con nichos ecológicos distintos.

La mayoría de las interacciones pareadas en bacterias son antagónicas, sin embargo en nuestra comunidad solo el 50% de las interacciones tienen un resultado antagónico con intensidades diferenciales aunque mayores a la intensidad de las interacciones positivas. La coexistencia en comunidad sugiere la modificación de los fenotipos bacterianos tal como la bibliografía lo sugiere al estimular la partición de nicho (Stubbendieck et al., 2016). Esta modificación fenotípica no fue evaluada en este trabajo; sin embargo, teorizamos que la respuesta a la interacción debe darse rápidamente lo que además concuerda con trabajos anteriores (Aguilar-Salinas & Olmedo-Álvarez, 2023; Friedman et al., 2017). Esto a su vez explicaría la razón por la que no hubo un efecto significativo en el cambio de la estructura de la comunidad en la medición inmediata a la perturbación pues el efecto posiblemente ya se había diluido, mostrando resiliencia en el sistema; sin embargo, este efecto sí fue significativo cuatro horas después, lo que se puede atribuir a la reestructuración que la especie perturbadora pudo ocasionar en el medio, aunque esto no fue evaluado. A las 12 hrs de monitoreo la estructura de la comunidad en los cuatro ensayos fue significativamente diferente indicando que la respuesta a los factores bióticos debe darse rápidamente para permitir el ensamblaje de la comunidad mientras que los abióticos toman importancia a largo plazo para el mantenimiento de la misma y posiblemente la estabilidad.

La importancia de la modificación del medio en la estructura de la comunidad y las diferencias en las abundancias relativas en los tratamientos hace evidente el efecto de orden de arribo dado que en el cuarto ensayo en el que se realizó la perturbación y se hizo recambio de medio predominó la especie invasora mientras que, en el que no se realizó el recambio las abundancias relativas de las especies de la comunidad original no se vieron modificadas tan abruptamente. Este resultado muestra como la modificación del nicho ecológico modifica a su vez las presiones de selección a las que los sucesores genéticos o ecológicos en la comunidad estarán sujetos (Cerqueda-García & Falcón, 2016). Dado que las comunidades epífitas del filoplano al modificar su nicho ecológico modificarían las condiciones superficiales de otro ser vivo, hace interesante conocer la dinámica con el huésped, en cuanto a presiones de selección y relaciones funcionales.

En este trabajo podemos concluir que las interacciones pareadas no reflejan el fenotipo bacteriano en comunidad, sin embargo; son útiles al escalar el efecto de la interacción en comunidades sintéticas. El uso del modelaje matemático ha sido de gran ayuda para tratar de entender sistemas tan complejos como las comunidades bacterianas y en este caso el modelo generalizado de Lotka-Volterra basado en interacciones pareadas (Venturelli et al., 2018) ha permitido estimar la dinámica poblacional. De forma que ha facilitado el diseño experimental y posibilitado evaluar el efecto de la perturbación en la estructura de la comunidad y el recambio de medio. Obteniendo así una comunidad con estructura resiliente en mayor grado al recambio de medio lo que puede deberse al efecto del tiempo en los factores bióticos y abióticos evaluados.

Referencias bibliográficas

Aguilar Salinas, B. (2018). *Propiedades emergentes de las interacciones bacterianas en una comunidad sintética* [masterThesis, Tesis (M.C.)--Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Irapuato. Departamento de Ingeniería Genética.]. https://repositorio.cinvestav.mx/handle/cinvestav/1572

Aguilar-Salinas, B., & Olmedo-Álvarez, G. (2023). A three-species synthetic community model whose rapid response to antagonism allows the study of higher-order dynamics and emergent properties in minutes. *Frontiers in Microbiology*, *14*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2023.1057883

Alejandra Zamora, Nora Malaver y Jesús Ramoa. (2012, enero). ANÁLISIS FUNCIONAL DE MICROORGANISMOS: UN ESTIMADOR DE DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA COMUNITARIA. *ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA*, *32*(1), 57-86.

Cerqueda-García, D., & Falcón, L. I. (2016). La construcción del nicho y el concepto de holobionte, hacia la reestructuración de un paradigma. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *87*(1), 239-241. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.11.001

Fitzpatrick, C. R., Salas-González, I., Conway, J. M., Finkel, O. M., Gilbert, S., Russ, D., Teixeira, P. J. P. L., & Dangl, J. L. (2020). The Plant Microbiome: From Ecology to Reductionism and Beyond. *Annual Review of Microbiology*, *74*(1), 81-100. https://doi.org/10.1146/annurev-micro-022620-014327

Freilich, S., Kreimer, A., Borenstein, E., Yosef, N., Sharan, R., Gophna, U., & Ruppin, E. (2009). Metabolic-network-driven analysis of bacterial ecological strategies. *Genome Biology*, *10*(6), R61. https://doi.org/10.1186/gb-2009-10-6-r61

Friedman, J., Higgins, L. M., & Gore, J. (2017). Community structure follows simple assembly rules in microbial microcosms. *Nature Ecology & Evolution*, *1*(5), Article 5. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0109

Friesen, M. L., Porter, S. S., Stark, S. C., von Wettberg, E. J., Sachs, J. L., & Martinez-Romero, E. (2011). Microbially Mediated Plant Functional Traits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *42*(1), 23-46. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145039

Koskella, B. (2020). The phyllosphere. *Current Biology*, *30*(19), R1143-R1146. https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.07.037

Lerch, B. A., Smith, D. A., Koffel, T., Bagby, S. C., & Abbott, K. C. (2022). How public can public goods be? Environmental context shapes the evolutionary ecology of partially private goods. *PLOS Computational Biology*, *18*(11), e1010666. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1010666

Lindow, S. E., & Brandl, M. T. (2003). Microbiology of the Phyllosphere. *APPL. ENVIRON. MICROBIOL.*, *69*.

Mayoral-Peña, Z., Lázaro-Vidal, V., Fornoni, J., Álvarez-Martínez, R., & Garrido, E. (2022). Studying Plant–Insect Interactions through the Analyses of the Diversity, Composition, and Functional Inference of Their Bacteriomes. *Microorganisms*, *11*(1), 40. https://doi.org/10.3390/microorganisms11010040

R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Remus-Emsermann, M. N. P., Tecon, R., Kowalchuk, G. A., & Leveau, J. H. J. (2012). Variation in local carrying capacity and the individual fate of bacterial colonizers in the phyllosphere. *The ISME Journal*, *6*(4), 756-765. https://doi.org/10.1038/ismej.2011.209

Sachs, J. L., & Hollowell, A. C. (2012). The Origins of Cooperative Bacterial Communities. *mBio*, *3*(3), 10.1128/mbio.00099-12. https://doi.org/10.1128/mbio.00099-12

Stubbendieck, R. M., Vargas-Bautista, C., & Straight, P. D. (2016). Bacterial Communities: Interactions to Scale. *Frontiers in Microbiology*, *7*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.01234

Tellez, Z. J. B. (2017). *RASGOS FUNCIONALES DE COMUNIDADES BACTERIANAS ASOCIADAS A ECOSISTEMAS NATURALES: REVISIÓN SISTEMÁTICA*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Venturelli, O. S., Carr, A. V., Fisher, G., Hsu, R. H., Lau, R., Bowen, B. P., Hromada, S., Northen, T., & Arkin, A. P. (2018). Deciphering microbial interactions in synthetic human gut microbiome communities. *Molecular Systems Biology*, *14*(6), e8157. https://doi.org/10.15252/msb.20178157

Yao, H., Sun, X., He, C., Li, X.-C., & Guo, L.-D. (2020). Host identity is more important in structuring bacterial epiphytes than endophytes in a tropical mangrove forest. *FEMS Microbiology Ecology*, *96*(4), fiaa038. https://doi.org/10.1093/femsec/fiaa038

Yao, H., Sun, X., He, C., Maitra, P., Li, X.-C., & Guo, L.-D. (2019). Phyllosphere epiphytic and endophytic fungal community and network structures differ in a tropical mangrove ecosystem. *Microbiome*, *7*(1), 57. https://doi.org/10.1186/s40168-019-0671-0

Emprendiendo el contraataque a la resistencia bacteriana de antibióticos

Juárez Vallejo Fernando[1], Jiménez López Alba Edith[1], Caltzontzin Fernández Kruskaia Karenia[1], Landeros Jaime Fidel[1], Carvajal Gamez Bertha Isabel[2], Esquivel Naranjo Ulises[1] y Cervantes Chávez José Antonio[1]. [1] Laboratorio de Biología Molecular de Microorganismos, [2]Laboratorio de Proteogenómica; Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto. fjuarez05@alumnos.uaq.mx, aejimenez.lopez@gmail.com, jose.antonio.cervantes@uaq.mx

Resumen

La crisis de resistencia bacteriana a antibióticos es un problema que aqueja al mundo, por la baja efectividad que poseen los antibióticos actuales. Esta situación es multifactorial, debido a incorrecta prescripción de antibióticos e intrínsecamente por la información genética que es compartida entre bacterias. Se estima, que para el 2050, 10 millones de personas morirán por una infección producida por bacterias resistentes. La Organización Mundial de la Salud, catalogó a las bacterias ESKAPE (*Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* spp.), como de extrema urgencia para la búsqueda de nuevos antibióticos, dada la alta tasa de resistencia que presentan. Para erradicar esta crisis se buscan alternativas para desarrollar nuevos antibióticos, las bacterias aisladas de suelo han demostrado poseer dicha capacidad, donde secretan moléculas antibacterianas como método de defensa para sobrevivir en su entorno y con ellas eficientizar el proceso de producción de antibióticos como abordamos en la presente investigación. A partir de 4 muestras de suelo realizamos un cepario que consta de 148 morfotipos bacterianos que mostraron capacidad inhibitoria en contra de bacterias ESKAPEs parientes seguros (EPS), al utilizar pruebas como estriado cruzado y técnica Patch-Patch. Aquellas bacterias que mostraron efecto inhibitorio contra mayor número de EPS, se identificaron por tinción de Gram, pruebas bioquímicas (api® 20 E™) y análisis molecular utilizando el marcador ribosomal ADNr 16S, identificamos 4 bacterias, las cuales son *Bacillus megaterium, Pantoea agglomerans, Klebsiella pneumoniae y Serratia nematodiphilia*. Estas mostraron éxito inhibiendo el crecimiento de 5 o más (EPS).

Palabras clave: antibiótico, resistencia a antibióticos, biodiversidad microbiana, bacterias ESKAPE, parientes seguros.

Abstract

The crisis of bacterial resistance to antibiotics is a problem that afflicts the world, due to the low effectiveness of current antibiotics. This situation is multifactorial, due to poor antibiotic prescription and intrinsically by genetic information which is shared between bacteria. It is estimated that by 2050, 10 million people will die from an infection caused by resistant bacteria. The World Health Organization cataloged the bacteria ESKAPE (Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa y Enterobacter spp.), as of extreme urgency for the search for new antibiotics, given the high rate of resistance they present. To eradicate this crisis, alternatives are sought to develop new antibiotics and isolated bacteria of soil have been shown to possess such capacity, where they secrete antibacterial molecules as a defense method to survive in their environment and with them make the antibiotic production process more efficient as we address in the present research. From 4 soil samples we made a strain consisting of 148 bacterial morphotypes that showed their inhibitory capacity against ESKAPEs safe relatives (EPS) bacteria, using tests such as cross-striated and Patch-Patch technique. Those bacteria that showed inhibitory effect against greater number of EPS, were identified by Gram stain,

biochemical tests (api® 20 E™) and molecular analysis using the 16S rDNA ribosomal marker, we identified 4 bacteria which are Bacillus megaterium, Pantoea agglomerans, Klebsiella pneumoniae y Serratia nematodiphilia. These showed success inhibiting growth of 5 or more (EPS).

Key words: antibiotic, antibiotic resistance, microbial biodiversity, ESKAPE bacteria, safe relatives.

Introducción

El estudio de los suelos con respecto al conocimiento de su microbiota ha representado un recurso importante dentro de la agricultura; debido a la relación que se atribuye de un suelo "sano" dependiendo de la presencia y concentración de diferentes componentes químicos, físicos y biológicos (con respecto a la presencia de comunidades de microorganismos), lo cual indica que el sustrato es fértil para un cultivo en específico. Sin embargo, desde una perspectiva integral observamos que el aislamiento y estudio de los miembros de esta microbiota nos permite ampliar su uso en aplicaciones ambientales, industriales y farmacéuticos. Para este último, el recurso genético de los ceparios bacterianos ha permitido preservar la diversidad biológica debido a que estas colecciones se rigen bajo las características de microbiostasis; manteniendo inactivo al agente y homogéneo con la finalidad de preservar la integridad del mismo en las características bioquímica, fisiológica y genética para su aprovechamiento en investigación y de forma comercial, un ejemplo de estos es el desarrollo y venta de antibióticos (Gutiérrez et al., 2015).

Los antibióticos son moléculas indispensables en el área de la medicina dado que nos permiten eliminar bacterias patógenas de un organismo. Claro ejemplo es la penicilina, el primer antibiótico aplicado a humanos con fines terapéuticos, producto del hongo del género *Penicillium*. Cualidad que descubrió Alexander Fleming. Esto provocó un gran cambio en la segunda guerra mundial, controlando y contrarrestando las infecciones bacterianas que podían ocurrir en los heridos de la guerra (Giraldo, N. 2021).

Sin embargo, Fleming advirtió los riesgos de la resistencia a antibióticos. Años más tarde se reportaron los primeros casos de resistencia a antibióticos en bacterias. La causa fue su uso excesivo en hospitales, ganadería e incluso su empleo en la vida diaria, lo cual contribuye a que las bacterias desarrollen resistencia contra estas medicinas. Aunado a ello, la falta de desarrollo de nuevos antibióticos por parte de la industria farmacéutica incrementa la problemática, en la que actualmente hay bacterias resistentes a casi todos los antibióticos comerciales, denominadas pandrogoresistentes, multidrogoresistentes, o de manera coloquial como resistentes a antibióticos (González et al., 2019).

Actualmente, la OMS ha descrito a un grupo de 6 bacterias como aquellas que es urgente la atención para el desarrollo de nuevos antibióticos. Dicho grupo recibe el nombre de ESKAPE, representado por: *Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* spp, cabe mencionar que estos 6 patógenos son resistentes a múltiples fármacos (Pérez, 2020).

Para que una bacteria desarrolle resistencia a antibióticos existen mecanismos genéticos: transformación, transducción, transposición y conjugación, que portan material genético de otras bacterias o virus que contienen información sobre diferentes mecanismos de resistencia, de los cuales destacan 6 y son: bombas de eflujo , la modificación o inactivación enzimática del antibiótico, bloqueo de la penetración del antibacteriano mediante la modificación del sitio activo, alteración de la permeabilidad de la membrana celular, la creación de biofilm y la sobreexpresión del sitio blanco (Calderón et al., 2016).

Es por ello que se han buscado diferentes maneras para eliminar a las bacterias pandrogoresistentes, dando como resultado las siguientes opciones: modificar las moléculas que poseen actividad antibiótica, desarrollar compuestos que inhiban los

mecanismos de resistencia, desarrollo de compuestos que actúen como adyuvantes, implementar el uso de bacteriófagos y descubrimiento de nuevos antibióticos. Esta última, es una situación compleja ya que es un área que ha sido abandonada por la industria farmacéutica desde hace algunos años (Cárdenas et al., 2018).

Y considerando que la creciente tasa de resistencia bacteriana ha impactado mundialmente causando millones de muertes como se refleja en el estudio realizado por "GBD Antimicrobial Resistance Collaborators" en el año 2019 donde se cuantificó que de 13.7 millones de muertes relacionadas a infecciones bacterianas, 7.7 millones estuvieron asociadas a bacterias resistentes a antibióticos, lo cual ejemplifica la magnitud de este problema de salud pública (Ikuta et al., 2022).

Es por ello que a nivel mundial se han implementado algunas iniciativas para combatir dicha problemática. En el caso del gobierno de USA, se planteó la iniciativa denominada "Tiny Earth" creada en la Universidad de Wisconsin por la Dra. Jo Handelsman, ésta promueve la investigación colectiva de jóvenes e instituciones a nivel mundial sobre la diversidad de bacterias en suelo y cómo éstas son capaces de producir metabolitos secundarios (MS) de interés, por ejemplo, agentes antimicrobianos. Así como delimitar regiones geográficas o hábitats biológicos donde la presencia de bacterias productoras de antibióticos sea abundante. La información obtenida se colecta y se organiza en una base de datos única de la misma organización para obtener información de manera global. Así se busca contribuir a mitigar la problemática de la resistencia a antibióticos, cuyo combate por la industria farmacéutica ha ido en declive (Hernández, S., et al., 2018).

Como anteriormente se mencionó, la búsqueda de nuevos antibióticos ha tenido una mayor relevancia partiendo de bacterias principalmente aisladas en suelo. En el caso del suelo asociado a plantas, encontramos la zona de la rizosfera. En esta región se han reportado la presencia de organismos que secretan antibióticos de manera natural como método de defensa contra otros microorganismos; ya sea por competencia de espacio, nutrientes, por ejemplo: *Pseudomonas fluorescens, Bacillus subtilis, Pantoea agglomerans* y el género *Streptomyces*. Este último es conocido por ser organismos ampliamente distribuidos en el suelo y originan más del 70% de los antibióticos conocidos (Parada, 2017).

En el presente estudio, a partir de la elaboración de un cepario de morfotipos bacterianos obtenido a partir de muestras de suelo, se analizó la capacidad de producción de MS con capacidad antimicrobiana contra las bacterias EPS, las cuales son genéticamente similares a las bacterias ESKAPE, pero carecen de factores de virulencia. De un total de 148 bacterias, identificamos a nivel molecular a 4 por presentar alta eficiencia contra el mayor número de EPS. Este estudio sienta las bases para continuar la investigación con estas baterías productoras de antibióticos, y su efecto en baterías resistentes pertenecientes al grupo ESKAPE, como una posible alternativa para la obtención de nuevas moléculas antimicrobianas.

Metodología

Toma de muestra y procesamiento del suelo

Durante el mes de agosto de 2022 en el estado de Guanajuato, Michoacán y Querétaro se delimitaron dos puntos de muestreo predominantes en vegetación del tipo "selva baja caducifolia" y "matorral templado"; para la obtención de suelo en una zona preservada y otra perturbada, se consideró la ubicación en coordenadas, condición del terreno, tipo de vegetación, textura de suelo y pH).

Partiendo de un diseño de muestreo cuadriculado (con límite externo de 5 m x 5 m en el área de trabajo) se llevó a cabo la extracción del suelo con "muestreo compuesto" al azar para cada sitio de investigación; a partir de 15 submuestras obtenidas por parcela, donde cada una tuvo el peso de 200 gramos y se extrajo a 10 cm de profundidad con un muestreador cilíndrico. Finalizada la toma se homogeneizaron y tamizaron las submuestras en una sola bolsa plástica rotulada y fue resguardada dentro de una hielera. Las muestras que no se utilizaron inmediatamente se almacenaron en

refrigeración a condiciones de 5 – 10 °C por no más de 24 horas (Vargas, 2015).

Obtención de bacterias a partir de las muestras de suelo

Se realizaron diluciones seriadas de cada muestra de suelo con agua destilada estéril, 1 gramo de muestra con 9 ml de agua (1:10) hasta 1:10,000. Se sembraron 100 µl de cada dilución en tres agares distintos: nutritivo (AN), infusión cerebro corazón (BHI) y actinomicetos (Actino), las placas se incubaron a 28°C por 24 a 48 horas. Posteriormente, se aislaron colonias que mostraron diferente morfología colonial y se procedió a obtener cultivos axénicos. Las bacterias se clasificaron en código con el cual se creó la base de datos para la siguiente fase experimental **Tabla 1** (Mau et al., 2011).

Tabla 1. desgloce del significado en la nomenclatura del ceparío.
Cada columna hace alusión a una letra/simbología que mantiene cada cepa bacteriana almacenada en el laboratorio de microbiología molecular.
Ejemplo: Muestra + Origen + Medio + # + Número.

Muestra	Origen	Medio de cultivo	#	Cifra
M	A(Aeropuerto)	N (Agar nutritivo)	#	Número de morfotipo
	F(Frijol)			
	R(Raíz de maíz)			
	M(Maíz)	B (Agar BHI)		
	1(R.P.;mix mancha oscura y anaranjada)			
	2(R.P.;agua y sedimento)	A (Actinomicetos)		
	3(R.P.;estromatolito, planta y zona semi-seca)			
	4(R.P.;zona seca, profundidad 30 cm)			

El mismo proceso fue repetido con todas las muestras y se cuantificó la cantidad de morfotipos bacterianos.

Formación del ceparío; crioconservación

En condiciones de esterilidad las colonias de interés se recuperaron en el medio de cultivo correspondiente al cual creció. Se preparó un cultivo líquido utilizando caldo nutritivo (5 ml) en un tubo cónico de 50 ml. Las colonias de interés se inocularon de manera independiente y se incubaron a 28 °C por 24 horas a en agitación a 150 rpm. Posteriormente, las bacterias se colocaron en tubos plásticos de 1. 5 ml con glicerol estéril al 15% se homogeneizó la muestra y se colocó en cajas de crioconservación a -75 °C. (repitiendo el proceso para cada morfotipo) (Gutiérrez et al., 2015; Piazza, s. f.).

Prueba de inhibición de crecimiento de bacterias ESKAPEs parientes seguros (EPS)

a) Estriado cruzado

Para seleccionar las bacterias del ceparío con potencial inhibitorio contra las bacterias EPS se usó la técnica de inhibición por estriado cruzado. Las bacterias EPS se sembraron en estriado primario (para ello se tomó la bacteria EPS ajustada a densidad óptica a 600 nm (DO_{600}) de 1.0 estriada con un hisopo estéril al centro de la caja usando los medios de cultivo AN y BHI, mientras que perpendicularmente se realizan pequeñas estrías (con una distancia entre estas de aproximadamente 5 a 6 mm) a la cual corresponde cada bacteria que conforma el ceparío. La placa se incubó por 24 horas a 28 °C, para observar la capacidad de la bacteria para inhibir el crecimiento de la bacteria EPS.

Una vez que se determinó cuales bacterias del ceparío son capaces de inhibir en mayor medida a las bacterias EPS y a mayor número de éstas, se seleccionaron para su posterior identificación bioquímica y molecular (Egas-Rosero, I., 2016).

b) Prueba Patch - Patch

Para confirmar la actividad inhibitoria por parte de las bacterias del ceparío creado se usó la prueba Patch – Patch, en la que se hizo lo siguiente: se inocularon en caldo nutritivo las EPS y bacterias con resultados positivos de inhibición de crecimiento, se incubaron por 24 horas a 28 °C con 150 rpm. Pasado el tiempo de incubación se ajustó la DO_{600} a 0.2 para las EPS y uno para las bacterias productoras de antimicrobianos.

Para las EPS se distribuyeron a manera de tapete 200 µl con un hisopo estéril. Posteriormente, se inocularon gotas de 10 µl de las bacterias productoras de antimicrobianos en disposición circular en dirección de las manecillas del reloj (máximo 10 por caja). Una vez secas, las placas se incubaron a 28 °C por 24 horas. Para resultados positivos observamos un halo de inhibición alrededor de la bacteria probada (Duangjit, S., 2014).

Identificación de las bacterias productoras de antibióticos

Se seleccionaron aquellas bacterias sobresalientes del cepario con respecto al efecto inhibitorio en EPS y se identificaron morfológicamente conforme la tinción de Gram (González et al., 2015). La identificación bioquímica se realizó con las pruebas api® 20 E™ de acuerdo con lo indicado en la casa comercial (https://www.biomerieux.com.mx/diagnostico-clinico/productos/apir). Se realizaron pruebas complementarias de movilidad, gelatinasa y lipasa según lo reportado por (Fernández, A., 2010).

Extracción en crudo de metabolitos secundarios bacterianos

Se inocularon 5 ml de caldo nutritivo en un tubo plástico estéril de 50 ml con una colonia de interés, se incubó a 28 °C por 24 horas en agitación a 150 rpm. Posteriormente se vertió 200 µl de inóculo a forma de tapete en una caja de agar BHI (8 cajas), se incubaron a 28 °C por 72 horas. Posteriormente, el agar de 4 cajas se cortó en cuadrados de 5 mm y se depositó en un frasco Schott de 500 ml, (preparar dos frascos). Se congelaron a -75 °C por 48 horas. A continuación, una vez atemperados los frascos se agregó a cada uno 120 ml de acetato de etilo y hexano respectivamente, más 60 ml de agua destilada en cada frasco, se agitaron por 24 horas a 100 rpm (cubiertos con aluminio).

Al finalizar el tiempo de agitación, se eliminó la porción sólida por filtración. De la porción líquida, se recuperó la fase orgánica (solvente + metabolitos) con un embudo de separación, esta se recuperó en un matraz Erlenmeyer y se eliminó el solvente en un rotaevaporador. Se determinó el peso obtenido de los metabolitos y se disolvieron en metanol al 70%, a una concentración de 50 mg/µl.

Efecto antibiótico de los metabolitos secundarios contras EPS

Con los metabolitos obtenidos procedimos a determinar su efecto antibiótico, para ello realizamos la prueba de Kirby-Bauer. Se sembraron a las EPS en caldo nutritivo (CN) por 24 horas en agitación. Posteriormente se inocularon agar Müller Hinton con 200 µl de la EPS (ajustada a DO_{600} de 0.2), se distribuyó a manera de tapete utilizando un hisopo estéril. Una vez seco, se colocaron 5 discos de papel filtro y se depositaron los MS a diferentes concentraciones, así como el control (metanol al 70%). Se incubó a 28 °C por 24 horas, se midió el diámetro de los de halos de inhibición (Ramírez, M., 2016).

Identificación molecular

De las bacterias de interés se preparó un cultivo en condiciones estándar y se extrajo el DNA por el método fenol-cloroformo. Se amplificó el gen 16S ribosomal por PCR (reacción en cadena de la polimerasa), se usaron los cebadores AGRGTTTGATCMTGGCTCAG (directo) y GGTTACCTTGTTACGACTT (reverso). El producto de amplificación se procesó y se envió a secuenciar usando el método de Sanger en LANGEBIO, CINVESTAV-Irapuato. La secuencia se analizó usando el programa CAP3 y el programa BLAST (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi) para determinar la identidad de las bacterias seleccionadas (Hernández, S., et al., 2018).

Resultados

Toma de muestra

Se obtuvieron 4 muestras durante el mes de agosto del año 2022 de los sitios siguiente, para cada uno de ellos se indica sus características:

- Ejido Bolaños, Santiago de Querétaro, Qro. - Campus Aeropuerto (Universidad Autónoma de Querétaro): tierra conservada. Coordenadas: 20°37’25.5” N 100°21’58.2” O, tipo de suelo: arcilloso, pH: 6, tipo de vegetación: selva baja caducifolia, altitud: 1977 msnm. Características: muestra por debajo de un mezquite, sin cuerpos de agua cercanos.

- La Calera, Irapuato, Gto.: tierra conservada. Coordenadas: 20°25’45.1” N 101°14’53.4” O, tipo de suelo: arcilloso, pH: 9, tipo de vegetación: selva baja caducifolia, altitud: 1680 msnm. Características: cuerpo de agua presente (por temporada) y cercanía a plantas halófilas.

- Panindícuaro, Michoacán: tierra perturbada por cultivo. Coordenadas: 19°59'09.6"N 101°45'18.1"O tipo de suelo: franco arcilloso, pH: 4, tipo de vegetación: matorral templado, altitud: 1800 msnm. Características: obtenido de una zona de cultivo, aún con restos de vegetación correspondiente a maíz y frijol (muestras diferentes entre sí).

- Rancho el Naranjo, Concá, Qro.: tierra perturbada por cultivo. Coordenadas: 21°26'57.3" N 99°38'00.6" O, tipo de suelo: franco, pH: 6, tipo de vegetación: selva baja caducifolia, altitud: 564 msnm. Características: obtenido de una zona de cultivo en rotación (tierra en reposo) (**Figura 1**).

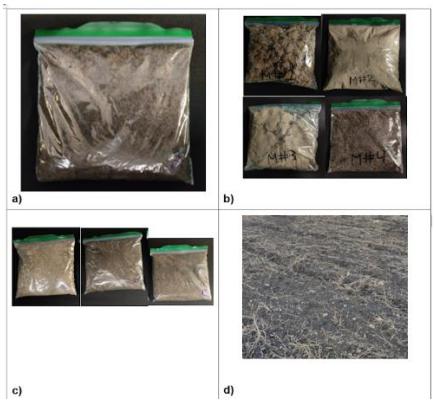


Figura 1: muestras de suelo y tipo al que corresponden; **a)** Campus Aeropuerto (arcilloso), **b)** La Calera (arcilloso), **c)** Panindícuaro (franco arcilloso) y **d)** Los Naranjos (franco).

Procesamiento y obtención de bacterias a partir de las muestras de suelo

Se prepararon diluciones decimales hasta 1:10,0000. En la mayoría de los casos se utilizó la dilución de 1:10,000 a excepción de las muestras de "La Calera" con dilución 1:100 debido a la baja cantidad de UFC obtenidas en diluciones más altas. Se utilizó para ello el AN, Actino y BHI, las placas se incubaron a 28 °C por 24 h. El crecimiento observado en las cajas fue muy variado, dependiendo del tipo de suelo y del medio de cultivo utilizado, se muestra dato representativo en la **Figura 2**.

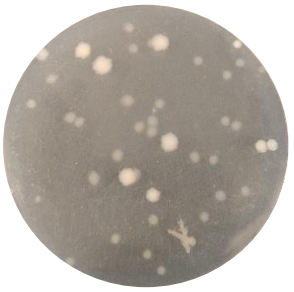


Figura 2: dilución 1:1,000 correspondiente a la muestra Campus Aeropuerto, Querétaro.

Formación del cepario; crioconservación

A partir de las 4 muestras de suelo, y de los tres medios de cultivo utilizados, se obtuvieron un total de 148 morfotipos bacterianos diferentes, los cuales se conservaron a -75 °C con el código indicado en materiales y métodos.

Prueba de inhibición de crecimiento de bacterias ESKAPEs parientes seguros (EPS)

a) Estriado cruzado

Para determinar la capacidad de las bacterias que conforman el cepario de inhibir el crecimiento de las EPS (**Figura 3, dato representativo**), procedimos a realizar la prueba de estriado cruzado, con esta prueba obtuvimos 45 bacterias que inhibieron el crecimiento de las EPS.

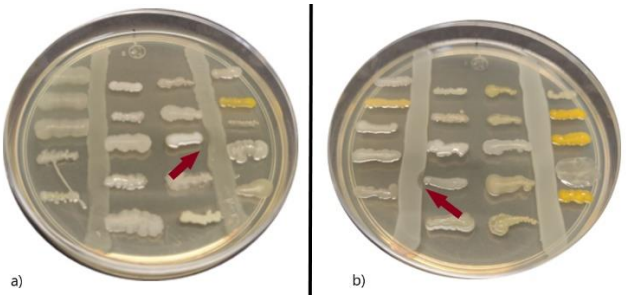


Figura 3: Inhibición del crecimiento de las bacterias EPS. a) *E. coli* en AN: inhibición por cepa MAB#1, b) E. *aerogenes* en AN: inhibición por la cepa MRN#25. La flecha indica inhibición del crecimiento en la bacteria EPS

b) Prueba Patch – Patch

De las bacterias que mostraron inhibición en la prueba de estría cruzada, se comprobó su capacidad

antibiótica por la prueba Patch – Patch. En esta prueba se observa el halo de inhibición generado por la bacteria procedente del cepario que se creció en un tapete de la bacteria EPS **Figura 4**.

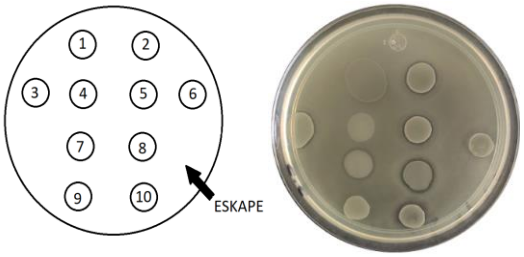


Figura 4: EPS *E. coli* en agar BHI. Se determinó la capacidad inhibitoria de las cepas: MRB#3 (posición 2), MRB#5 (posición 3), MRB#22 (posición 5), MAB#1 (posición 7), MMN#9 (posición 8) y MRN#3 (posición 10).

Recopilación de cepas sobresalientes en la inhibición de ESKAPEs

De las 45 bacterias analizadas, seleccionamos 9 morfotipos que demostraron poseer la mejor capacidad de inhibición en las EPS, para ello se consideró que inhibieran a la mitad o más de las EPS utilizadas (cinco de los ocho totales). En la **Tabla 2**, observamos criterios marcados por código de color para identificar la respuesta observada.

Tabla 2. morfotipos seleccionados para su análisis bioquímico y extracción de antibiótico.

Muestra	ESKAPES							Extra
	*S. a	E. c	S. e	E. a	B. s	K. p	P. p	L. m
MRB#3								
MRB#5								
MRB#22								
MFB#3								
MRN#3								
MRN#25								
MAN#7								
MAA#2								
MPA#6								

*S. a = *S. aureus*, E. c = *E. coli*, S. e = *S. epidermidis*, E. a = *E. aerogenes*, B. s = *B. subtilis*, K. p = *K. pneumoniae*, P. p = *P. putida* y L. m= *L. monocytogenes*. *L. monocytogenes* se incluyó en el estudio debido a que es catalogada como de importancia médica y presenta una alta resistencia a antibióticos.
Casillas color verde inhibición positiva, color rojo, negativa.

Identificación de las bacterias productoras de antibióticos

a) Identificación fisiológica

De la tinción de Gram, encontramos tanto bacterias positivas como negativa (Tabla 3), como datos representativos mostramos la morfología de las bacterias MRB#3 y MAA#2 (**Figura 5**).

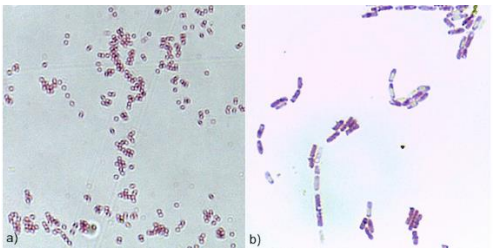


Figura 5: a) MRB#3 diplococos gram negativos (suelo de raíz de maíz) objetivo x100. b) MAA#2 bacilos gram negativos (suelo de campus aeropuerto) objetivo x100.

b) Identificación por pruebas api-20E

Para realizar un análisis de identificación preliminar, se realizaron las pruebas bioquímicas utilizando el sistema (api-20E). Se muestran como imágenes representativas los resultados de los morfotipos MRB#5 (**Figura 6**) y MAN#7 (**Figura 7**).



Figura 6: MRB#5 prueba API 20-E.



Figura 7: MAN#7 prueba API-20E.

Los resultados de las pruebas de tinción de Gram y bioquímicas correspondientes a los nueve morfotipos bacterianos se observan en la **Tabla 3**.

Tabla 3: identificación morfológica y bioquímica por pruebas api y tinción de Gram

Cepa	ONPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H2S	URE	TDA	IND	VP	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	MOV	MORFOLOGÍA BACT.	IDENTIFICACIÓN
1	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Diplococos	E* 91.4%
2	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Diplobacilos	E** 53.3%
3	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Diplobacilos	E** 53.3%
4	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Bacilos	E** 28.4%
5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Estafilococos	E** 53.3%
6	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	Bacilos	E* 97.7%
7	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	Bacilos	S*** 88.5%
8	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	Bacilos	****
9	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	Bacilos	E* 60.6%

* *E. cloacae*, ***E. aerogenes*, ****S. marcescens* , ****No determinante. Debido a que la resolución del sistema de "api" no fue robusto, ya que el rango de confianza que brindó dicha prueba no fue representativa, por ello se optó por la identificación molecular de las bacterias de interés.

Extracción en crudo de metabolitos secundarios bacterianos

Se obtuvo el extracto crudo de metabolitos (ECM) de 8 morfotipos que mostraron mejor capacidad para inhibir el crecimiento bacteriano de varios EPS. Como imagen representativa incluimos al EPS *S. aureus* y se observa el efecto producido por el extracto de la bacteria MRB#5 y MRB#22 (**Figura 8**).

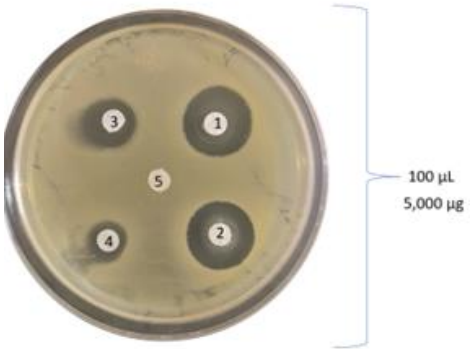


Figura 8: EPS *S. aureus*: prueba de MS a concentración de 5000µg. 1.- MS 3 (extraído con acetato de etilo). 2.- MS 4 (extraído con acetato de etilo). 3.- MS 3 (extraído con hexano). 4.- MS 4 (extraído con hexano). 5.- Metanol 70% (control).

Efecto antibiótico de los metabolitos secundarios contra EPS

La recopilación de todos los MS probados en bacterias EPS se observan en la **Tabla 4**, se dividen conforme el solvente utilizado para recuperar las moléculas. Se prepararon dos consorcios conformados por las bacterias MRB#5 y MRB#22 (consorcio 1) y MFB#3 y MAN#7 (consorcio 2:).

Tabla 4. prueba de inhibición con MS a bacterias EPS

		S. a	*E. c*	E. a	B. s	K. p
Recuperado con Acetato de Etilo	MRB#3					
	MPA#6					
	MRB#5					
	MRB#22					
	MFB#3					
	MRN#3					
	MRN#25					
	MAN#7					
	Consorcio 1					
	Consorcio 2					
Recuperado con Hexano	MRB#3					
	MPA#6					
	MRB#5					
	MRB#22					
	MFB#3					
	MRN#3					
	MRN#25					
	MAN#7					
	Consorcio 1					
	Consorcio 2					

Las casillas verdes representan una inhibición fuerte, las azules inhibición moderada y las rojas sin inhibición.

Identificación molecular

Seleccionamos 4 cepas por poseer la mejor actividad antibiótica contra las bacterias EPS para su identificación molecular. MFB#3, MPA#3, MRB#22 y MAN#7. El análisis tipo BLAST reveló la siguiente identidad a: MFB#3, *Bacillus megaterium,* MPA#3 *Pantoea agglomerans*, MRB#22; *Klebsiella pneumoniae* y MAN#7; *Serratia nematodiphila* **(Tabla 5)**. Posteriormente realizaremos análisis filogenético para validar la identidad de estas cepas.

Tabla 5. identificación molecular de las bacterias productoras de MS con actividad antibiótica

Código de Ceparo	Identidad	Código de GenBank	% de similitud
MFB#3	*Bacillus megaterium*	MH138038	100
MPA#6	*Pantoea agglomerans*	ON428989	99.7
MRB#22	*Klebsiella pneumoniae*	LC141104	99.87
MAN#7	*Serratia nematodiphila*	NR044385	100

Discusión

De las 4 muestras de suelo analizadas obtuvimos 148 morfotipos bacterianos de los cuales 51 pertenecen a Panindícuaro, Michoacán, 32 a Campus Aeropuerto, Querétaro, 35 a La Calera, Irapuato y 30 a Rancho el Naranjo, Arroyo Seco. Estas diferencias radican en función de la composición del medio de cultivo, del pH, el clima, tipo de vegetación y uso de suelo. Esto

es un reflejo de la calidad del suelo y el estado en el que se encuentra. Además, estudios muestran que un pH de suelo arriba de 6.8 tienen una riqueza bacteriana 60% mayor que suelos ácidos (Fierer & Jackson, 2006). Esto se muestra ya que en Campus aeropuerto se encuentran 32 morfotipos en una muestra mientras que en Panindícuaro tiene un promedio de 17 morfotipos por muestra.

Considerando los 148 morfotipos totales depuramos aquellos con capacidad para inhibir el crecimiento de los diferentes EPS y sólo aquellos que destacaron por inhibir a la mayoría de EPS fueron aislados e identificados como 4 cepas distintas conforme un alto porcentaje de similitud reflejado en la plataforma GenBank, igual o mayor al 99.7%. Al menos 3 de las especies encontradas *S. nematodiphilia, B. megaterium y P. agglomerans*) se ha descrito su capacidad de actuar como agentes potenciales para ser usados para controlar y matar otras bacterias (Parada, 2017).

La cepa *P. agglomerans* (MPA#6) mostró el mejor perfil de sus MS con actividad de antibiótico, extraído con acetato de etilo ya que inhibió a 6 de las 8 bacterias probadas. Este es un bacilo Gram negativo que produce MS y se ha usado para inhibir a *Erwinia amylovora* (Parada, 2017).

Por otro lado, *S. nematodiphila* (MAN#7) es un bacilo Gram negativo que es conocido por activar la muerte celular en *P. aeruginosa, E. coli, B. cereus y S. aureus* (Arivuselvam et al., 2023).

En el caso de *B. megaterium* (MFB#3) es un bacilo Gram positivo y se ha reportado la inhibición de crecimiento para *S. aureus, L. mesenteroides, P. aeruginosa y E. coli* (Malanicheva, I., et al., 2012)

Para el apartado de extracción de metabolitos secundarios, comprobamos que el solvente acetato de etilo tiene mayor rendimiento, esto es debido a la polaridad del solvente, resultados similares se han probado con bacterias como *Bacillus thuringiensis* (Ramírez, M., 2016).

Conclusión

En función de las propiedades del suelo es posible aislar bacterias con diferente morfotipo y características bioquímicas y fisiológicas. Se debe de considerar el tipo de suelo a utilizar para obtener comunidades microbianas con características deseables en función del objetivo del estudio a conducir.

Las bacterias pertenecientes al cepario, mostraron diferente perfil de producción de MS, utilizando dos solventes que tienen distinta polaridad. El solvente con mejor resultado fue el acetato de etilo.

De las 4 bacterias identificadas a nivel molecular conforme a lo reportado en la literatura, presentan actividad antibiótica contra otras bacterias.

Los metabolitos secundarios producidos por cada una de las 4 bacterias, presentaron capacidad antibiótica contra las bacterias EPS.

Referencias

Arivuselvam, R., Dera, A. A., Ali, S. P., Alraey, Y., Saif, A., Hani, U., Ramakrishnan, S., Azeeze, M. S. T. A., Raman, R., Susil, A., Harindranath, H., & Kumar, B. R. P. (2023). Isolation, identification, and antibacterial properties of prodigiosin, a bioactive product produced by a new Serratia marcescens JSSCPM1 strain: Exploring the biosynthetic gene clusters of Serratia species for biological applications. Antibiotics, 12(9), 1466. https://doi.org/10.3390/antibiotics12091466

Calderón-Rojas, G., et al. (2016). Resistencia Antimicrobiana: Microorganismos Más Resistentes Y Antibióticos Con Menor Actividad. Revista Médica de C. R. y Centroamérica, 73 (621)

Cárdenas, J., et al. (2018). Combatiendo La Resistencia Bacteriana: Una Revisión Sobre Las Terapias Alternas A Los Antibióticos Convencionales. Bol Venez Infectol, 29 (1)

Duangjit, Sureewan & Buacheen, Parin & Priebprom, Pongsakorn & Limpanichkul, Sittikun & Asavapichayont, Panida & Chaimanee, Porntip & Ngawhirunpat, Tanasait. (2014). Development and Evaluation of Tamarind Seed Xyloglucan for Transdermal Patch of Clindamycin. Advanced Materials Research. 1060. 21-24. 10.4028/www.scientific.net/AMR.1060.21.

Egas-Rosero, I., et al. (2016). Aislamiento De Microorganismos Capaces De Producir Antibióticos, A Partir De Suelos De Las Regiones Naturales De Ecuador. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12142/1/UPS-QT09705.pdf

Fernández, A., García, C., Saéz, J., & Valdezate, S. (2010). Metodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. SEIMC. https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf

Fierer, N., & Jackson, R. B. (2006). The diversity and biogeography of soil bacterial communities. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103(3), 626-631. https://doi.org/10.1073/pnas.0507535103

Giraldo-Hoyos, N. (2021). Historia De La Penicilina:

Más Allá De Los Héroes, Una Construcción Social. IATREIA, 34 (2)

González-Mendoza, J., et al. (2019). La Resistencia A Los Antibióticos: Un Problema Muy Serio. Acta Médica Peruana, 36 (2)

González, R. C., Elizalde, B., Cortés, M. E., & Orduña, M. (2015). Las tinciones básicas en el Laboratorio de Microbiología: Un enfoque gráfico. UNAM. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Tinciones.pdf

Gutiérrez, J., et al. (2015). Organización, Mantenimiento Y Preservación De La Colección De Cultivos Bacterianos Del Instituto De Ciencias Biológicas De La Universidad De Ciencias Y Artes De Chiapas (UNICACH), Mx, 35:95-102.

Hernández, S., et al. (2018). Tiny Earth A Research Guide to Studentsoursing Antibiotic Discovery (2da Ed). XanEdu.

Ikuta, K. S., Swetschinski, L. R., Aguilar, G. R., Sharara, F., Meštrović, T., Gray, A. P., Weaver, N. D., Wool, E., Han, C., Hayoon, A. G., Aali, A., Abate, S. M., Abbasi-Kangevari, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abd-Elsalam, S., Abebe, G., Abedi, A., Abhari, A. P., Abidi, H., . . . Naghavi, M. (2022). Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet, 400(10369), 2221-2248. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)02185-7

Malanicheva, I. A., Kozlov, D. G., Sumarukova, I. G., Efremenkova, O. V., Zenkova, V. A., Katrukha, G. S., … El'-Registan, G. I. (2012). Antimicrobial activity of Bacillus megaterium strains. Microbiology, 81(2), 178–185. doi:10.1134/s0026261712020063

Mau, S., et al. (2011). Aislamiento De Bacterias Del Suelo Y Su Potencial Utilización En Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales. Revista de Ciencias Ambientales, 42(2), 2215-3896. DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.42-2.4

Parada, R., et al. (2017). Aislamiento Y Caracterización Parcial De Actinomicetos De Suelos Con Actividad Antimicrobiana Contra Bacterias Multidrogo-Resistentes. https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v19n2.64098

Pérez, M. (2020). Bacterias ESKAPE y Nuevas Estrategias de Combate. https://oa.upm.es/67013/1/TFG_MALENA_PEREZ_LORENZO.pdf

Piazza, A. (s. f.). Caracterización de Bacterias Utilizables en Procesos de Biorremediación de Aguas. https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/15987/PIAZZA_AINELEN.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ramírez, M. (2016). Extracción y Caracterización de Metabolitos Secundarios a Partir de Bacillus thuringiensis. https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/2246/081116T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vargas, C. (2015). Análisis Microbiológico De Suelos (2da ed.). INTA.

Consumo de glucocorticoides y toma de decisiones en LES

Pedraza Meza Luis Miguel[1,2] , Hernández-Ledesma Ana Laura[2], Medina-Rivera Alejandra[2], Martínez Domingo[1,2]

[1] Licenciatura en Neurociencias, ENES Campus Juriquilla. UNAM.

[2] Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano, Universidad Nacional Autónoma de México, Juriquilla, Querétaro, México.

Resumen

Objetivo: Determinar el efecto del uso regular de glucocorticoides sobre la toma de decisiones, económicas y sociales, en personas con Lupus.

Materiales y métodos:

El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurobiología de la UNAM. Los participantes firmaron un consentimiento informado previo a la evaluación. Se evaluó a 51 de ellos.La adquisición de datos y evaluación se realizó entre noviembre de 2022 y mayo de 2023. Los participantes realizaron los cuestionarios sociodemográficos, psicosociales y clínicos en una plataforma digital (REDCAP). Se usaron los paradigmas de castigo social y aplazamiento de gratificación para evaluar la toma de decisiones sociales y económicas. A nivel psicosocial se incluyeron: síntomas psicológicos y psicopatológicos (SCL-90-R), ansiedad (IDARE) y depresión (IDERE).

Resultados

De un total de 51 participantes, 52% toma glucocorticoides, mientras que 48% no. Se realizó un análisis exploratorio de las variables mediante un modelo de regresión logística, posteriormente se analizó la significancia de las variables, y el efecto de las mismas sobre la toma de decisiones. En nuestra cohorte, se sugiere que una mayor dosis de glucocorticoides aumenta la probabilidad de castigo social, así como la probabilidad de recompensas inmediatas.

Discusión y Conclusión

El consumo de glucocorticoides tiene un efecto sobre las decisiones que toman las personas con Lupus. Un mayor consumo de glucocorticoides, se asocia a una mayor tendencia a incurrir en costos personales, para castigar a quien viola una norma social y; por el otro lado, en recompensas inmediatas se asocia con esperar.

Palabras clave: *Glucocorticoides, LES, toma de decisiones, Gratificación aplazada, Castigo Social*

Summary

Objective: To determine the effect of regular corticosteroid use on the economic and social decision making of people with Lupus.

Materials and methods:

The present project was evaluated and approved by the ethics committee of the Institute of Neurobiology of the UNAM. Participants signed an informed consent prior to the evaluation. Fifty-one of them were evaluated. Data acquisition and evaluation took place between November 2022 and May 2023. Participants completed sociodemographic, psychosocial and clinical questionnaires on a digital platform (REDCAP). Social punishment and gratification deferral paradigms were used to assess social and economic decision-making. At the psychosocial level, the following were included: psychological and psychopathological symptoms (SCL-90-R), anxiety (IDARE) and depression (IDERE).

Results

Of a total of 51 participants, 52% took glucocorticoids, while 48% did not. An exploratory analysis of the variables was performed using a logistic regression model, then the significance of the variables, and the effect of the variables on decision-making was analyzed. In our cohort, it is suggested that a higher dose of glucocorticoids increases the probability of social punishment, as well as the probability of immediate rewards.

Discussion and Conclusion

The consumption of glucocorticoids has an effect on the decisions made by people with Lupus. Higher glucocorticoid consumption is associated with a greater tendency to incur personal costs to punish those who violate a social norm and, on the other hand, immediate rewards are associated with waiting.

Keywords: *Glucocorticoids (GC), SLE, Decision-making, Delay Discounting, Social Punishment.*

Introducción

El Lupus Eritematoso Sistémico (LES) es una enfermedad autoinmune, crónica, y remitente-recurrente que se caracteriza por la activación de mecanismos de autotolerancia e inflamación sistémica que manifiesta una hiperactivación de células B y T (Bendorius et al., 2018).

El LES es una enfermedad sistémica, ya que puede afectar a cualquier órgano, y el Sistema Nervioso Central (SNC) no es la excepción; una variante bien ilustrada, dentro del espectro del LES, que afecta al SNC, es el Lupus eritematoso sistémico neuropsiquiátrico (NPSLE) que impacta hasta un 75% de pacientes con LES (Mirabelli et al., 2015).

A nivel neuropsiquiátrico, se ha reportado que la depresión mayor, alusiones auditivas y trastornos de ansiedad, son alteraciones psiquiátricas que destacan en esta enfermedad (Monastero et al., 2001).

Las manifestaciones que prevalecen incluyen alteraciones cognitivas (55-80%), trastornos del ánimo (14-57%) y ansiedad (7-24%); las alteraciones cognitivas no tiene relación con: el tiempo de evolución, la actividad, o el tratamiento. Las manifestaciones más imperantes comprenden: una menor atención y memoria (visuoespacial), así como disfunción ejecutiva (Aguilera-Pickens & Abud-Mendoza, 2013, Monastero et al., 2001).

Los glucocorticoides (GC) constituyen uno de los principales tratamientos para personas con LES. A pesar de su efectividad en el control de la enfermedad, se han reportado diversos efectos secundarios derivados de su uso, como daño orgánico, daño suprarrenal, alteración en los niveles de cortisol en la corteza suprarrenal, que puede resultar en Síndrome de Cushing (Kasturi & Sammaritano, 2016). También se ha vinculado a daño cardiovascular, cambios de humor, y trastornos del sueño (Montero-López et al., 2016).

En humanos, el aumento de la exposición a GC, GC endógenos, cortisol y niveles altos de estrés, está ligado con la disminución de memoria y la función de aprendizaje (Heffelfinger & Newcomer, 2001).

El uso de GC a corto y largo plazo ha sido asociado a defectos de memoria declarativa y verbal; al mismo tiempo, el tratamiento de altas dosis de GC se asocia con atrofia del hipocampo y déficit de memoria declarativa (Seet et al., 2021).

Aunque los déficits cognitivos y los síntomas neuropsiquiátricos en el LES se han estudiado ampliamente, no se han estudiado los posibles efectos del consumo de GC en otros aspectos (Montero-López et al., 2016); ahondando en ello, cabe destacar que, hasta el momento no se han hecho investigaciones en torno a la toma de decisiones económicas y sociales, que establezcan un abordaje de los mecanismos neuronales subyacentes en pacientes con LES en población mexicana.

El uso de GC ha sido evaluado en estudios de otras enfermedades, donde se reporta una asociación entre el uso de GC y el deterioro de la función cognitiva (memoria de trabajo, inhibición y planificación), tal como se muestra a continuación.

Una comparación entre pacientes con LES que reciben tratamiento con GC y mujeres sanas, mostraron una mayor atrofia cerebral en pacientes que recibían tratamiento de GC respecto a las mujeres sanas. A su vez, pacientes que recibieron tratamiento con GC muestran atrofia cerebral más grave que en pacientes sin GC, independientemente de la dosis o duración del tratamiento; adicionalmente, el consumo de corticoides, como la prednisona, está asociado a cambios cognitivos, incluyendo toma de decisiones, (Montero-López et al., 2016).

Finalmente, a nuestro saber, no existen estudios que exploren el efecto que tienen los corticosteroides sobre las decisiones en personas con lupus, específicamente, las decisiones económicas y sociales.
Dado que, la literatura reporta efectos del consumo de GC asociados con la flexibilidad cognitiva, lo cual conduce a elecciones desventajosas (Seet et al., 2021), el objetivo del presente estudio es determinar el efecto del uso regular de corticosteroides sobre la toma de decisiones, económicas y sociales, en personas con Lupus. Para lo cual definimos los siguientes objetivos específicos.

- Evaluar conductualmente cómo el consumo regular de corticosteroides afecta la toma de decisiones sociales, propensión a castigar a personas que han violado una norma social, y decisiones económicas, aplazamiento de la gratificación, en personas mexicanas con lupus.
- Analizar el efecto que tienen la ansiedad, la depresión y la hostilidad sobre la propensión al *castigo social y* sobre el *aplazamiento a la gratificación.*
- Analizar el efecto de variables psicosociales y demográficas sobre la toma de decisiones e identificar aquellas con mayores efectos

Metodología

El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurobiología de la UNAM. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado previo a la evaluación.

Se evaluaron 51 personas con lupus, que fueron reclutadas por invitación abierta a través del Registro Mexicano de Lupus. La adquisición de datos y evaluación de los participantes se realizó entre noviembre de 2022 y mayo de 2023.

Las personas participantes contestaron cuestionarios enfocados a recabar datos sociodemográficos, psicosociales y clínicos, en una plataforma digital alojada en los servidores de la UNAM, usando la herramienta REDCap (Research Electronic Data Capture).

A nivel psicosocial se incluyeron cuestionarios diseñados para evaluar síntomas de malestares psicológicos (SCL-90-R), ansiedad (IDARE) y depresión (IDERE).

El inventario de síntomas SCL-90-R se utilizó para identificar malestar psicológico durante los 7 días previos a su administración. El instrumento consiste en 90 ítems con escala tipo likert y permite evaluar 9 dimensiones: somatizaciones, obsesiones y compulsiones, sensitividad interpersonal, depresión, ansiedad, hostilidad, ansiedad fóbica, ideación paranoide y psicoticismo. El inventario de la ansiedad rasgo-estado (IDARE) y el inventario de la depresión rasgo-estado (IDERE) cuentan con 40 y 42 ítems, respectivamente, de escala tipo likert que permiten evaluar ansiedad y depresión como estado (en el momento específico) y como rasgo (habitualmente).

La evaluación conductual se realizó en un formato híbrido: presencial en las instalaciones de la ENES Campus Juriquilla de la UNAM o vía remota a través de la plataforma ZOOM; y consistió en dos tareas: una diseñada para evaluar la toma de decisiones sociales, y otra para evaluar las decisiones económicas.

Para la tarea de decisiones sociales (TDS) se implementó una tarea enfocada en evaluar el castigo social. El castigo social es una decisión de índole social, representada como el castigo proporcionado por una tercera persona, que presencia una transgresión social (injusticia) hacia la persona transgresora; visto de otro modo, es un mecanismo mediante el cual, los individuos gastan recursos propios para castigar a los transgresores sociales (Wang et al., 2013).

La evaluación consistió en mostrar a cada participante un video con una situación hipotética, en la que una persona aparecía repartiendo recursos grupales (representados por chocolates) de forma injusta, quedándose más para sí misma, lo cual representa una violación a la norma social.

Después de ver el video, se le otorgaron 7 chocolates al participante y se le ofreció la posibilidad de castigar, quitando un porcentaje de los chocolates, a quien rompió la norma social, a cambio de sus propios chocolates. A cada participante se le presentaron 40 posibilidades con diferentes condiciones para penalizar a quien rompió la norma social.

Las condiciones consistieron en diferentes cantidades de chocolates (X) y diferentes porcentajes de castigo aplicado (Y). En cada condición el participante indicó si estaba dispuesto (botón izquierdo=castigar) o no (botón derecho=no castigar) a aceptar dicha condición (Figura 1). La decisión en la tarea evaluada está en función del número de chocolates (X) y el % de castigo aplicado (Y).

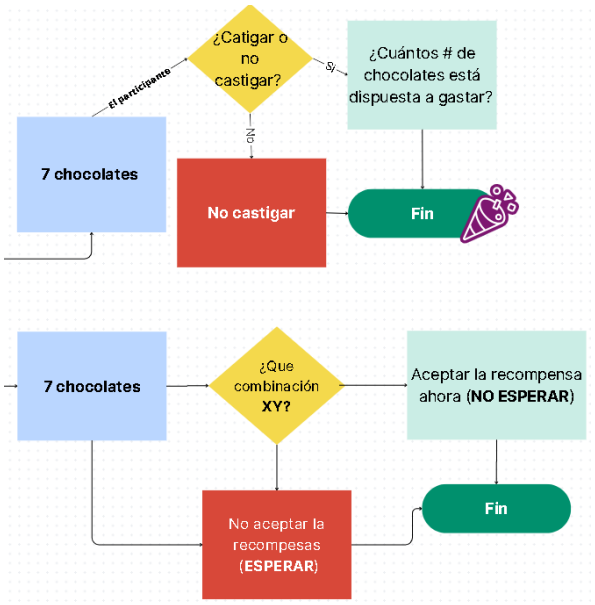


Figura 1. Logística de las tareas de toma de decisiones sociales y económicas.

La tarea de toma de decisiones económicas (TDE) se enfocó en evaluar el aplazamiento de la gratificación, el cual está definido por una preferencia a recompensas inmediatas, en lugar de esperar por recompensas más grandes a largo plazo. (Odum et al., 2020). El paradigma del aplazamiento de gratificación o *delay discounting*, ha permitido abordar problemáticas de temas socialmente importantes como: el abuso de drogas, obesidad y el juego de azar.

Para esta tarea, se les presentó a las personas participantes, una serie de 26 situaciones en las que debía elegir entre, recibir X chocolates hoy, o esperar cierto tiempo para recibir un mayor número de chocolates (y).

En cada situación, el participante debía escoger entre recibir la recompensa inmediata (botón izquierdo) o esperar (botón derecho) cierto tiempo por una mayor recompensa. La decisión quedó delimitada en función del número de chocolates (X) que recibiría inmediatamente, y el tiempo de espera (N) por una recompensa mayor (Y) (**Figura 1**). Para ambas tareas, las respuestas y los tiempos de reacción se registraron en la computadora con el software Psychopy.

El análisis de los datos se llevó a cabo en R 4.3.1. Se evaluaron en dos bases de datos que corresponden a los datos sociales (TDS) y los económicos (TDE) obtenidos. Inicialmente, se realizó un manejo de datos enfocado en la limpieza y el curado de datos (omisión de valores faltantes y selección de variables de interés). Debido a que no todos los participantes contestaron los cuestionarios o se quedaron incompletos, el número de participantes pasó de 51 a 29 . Al final del curado de los datos, nos quedamos con aquellos que tenían la información de los cuestionarios y pruebas completa.

Primero aplicamos un modelo de regresión logística a la base de datos de TDS y TDE, con todas las variables correspondientes como:número de chocolates, si escogieron izquierda o derecha, tiempos de reacción, resultados de pruebas psicosociales, etc.

Posterior a ello, aplicamos a cada base de datos, un modelo de regresión logística (stepwise backward elimination), para identificar las variables más influyentes. Una vez elegidas dichas variables, se utilizó *validación cruzada* para evitar el sobre ajuste en los datos, mediante la paquetería Caret para aprendizaje automático (*machine learning*). La variable a predecir consistió en valores booleanos [0,1]. Es decir, en la base de datos sociales corresponden a (castigar o no castigar) y en la base de datos económicos (no esperar o esperar) respectivamente; las variables predictoras fueron la dosis de corticosteroides que consume cada paciente, además de las variables recuperadas de los cuestionarios sociodemográficos, clínicos y psicosociales.

Resultados

Se evaluaron 51 personas con diagnóstico de LES; de los cuales 47 (92.15%) son mujeres y 4 (7.84%) hombres (Tabla 1). Nuestra cohorte comprende participantes con un mínimo de 19 años y un máximo de 61 años; con una media de 39.2 años (± 8.75 D.E.). El 51% de los participantes reportó consumir glucocorticoides de manera rutinaria como tratamiento al momento de la evaluación.

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de las personas con lupus (n=51)

CARACTERÍSTICAS	PUNTAJES
Sexo (n,%) Mujer Hombre	 47 (92.15%) 4 (7.84%)
Edad (media, DE)	39.2 (±8.75)
Consumo de corticoides sintéticos	Sí, 26 (51%) No, 25 (49%)

En la **Figura 2** podemos observar la distribución geográfica de los participantes del estudio. La mayor participación provino de las regiones centro y sur del país, con la mayor cantidad de participantes residentes del estado de Querétaro.

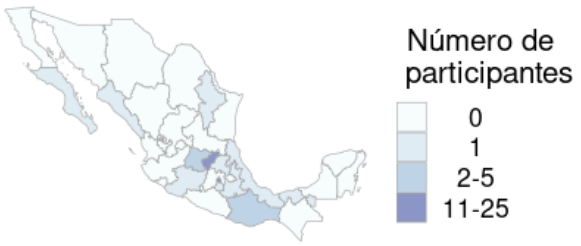


Figura 2. Distribución geográfica de las personas participantes (n=51).

Posteriormente, se realizó una curación de los datos, eliminando aquellos registros con datos incompletos; el número de participantes considerados para el análisis posterior quedó en 29.

En la **Figura 3** se presentan los porcentajes de importancia relativa en la TDS; podemos observar que el número de chocolates (costo pagado por las personas participantes para castigar a quien violó la norma social) fue la variable con mayor importancia, seguido por el puntaje de hostilidad (SCL-90-R), la sensitividad interpersonal (SCL-90-R), la ansiedad (SCL-90-R) y la somatización (SCL-90-R) con más del 50% de importancia relativa cada una.

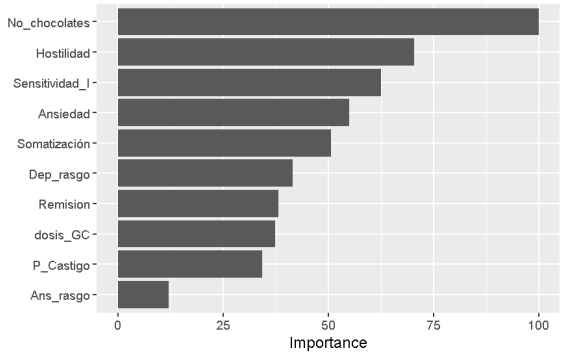


Figura 3. Importancia relativa de la toma de decisiones sociales. (n=29X 40 = 1160 observaciones).

En la **Figura 4,** se presentan los porcentajes de importancia relativa de la TDE; la variable denominada ansiedad (SCL-90-R) fue la de mayor importancia; seguido de los puntajes de Obsesión-Compulsión (SCL-90-R), tasa (relación del número de chocolates por día) , y consumo de glucocorticoides [consume, no consume].

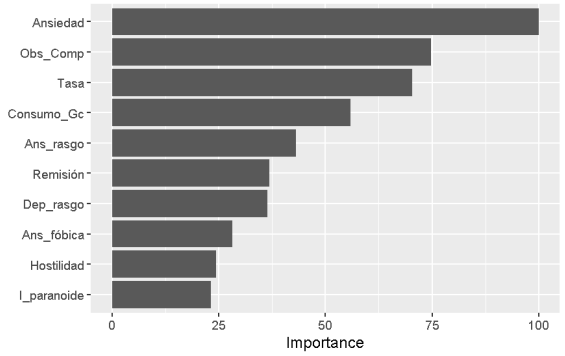


Figura 4. La importancia relativa de la toma de decisiones económicas (n=29x25 = 725 observaciones).

Con base en las importancias relativas obtenidas, se seleccionaron las variables predictoras para los siguientes análisis. En el caso de las TDS (**Figura 3**) se consideraron las primeras 4 variables (número de chocolates, puntaje de hostilidad, Sensitividad I y Ansiedad), además del consumo de GC. Para la TDE (**Figura 4**) se tomaron las primeras 4 variables (Ansiedad, Obs_Comp, Tasa, consumo de GC) y la dosis de GC.

En la **Figura 5** observamos el efecto del número de chocolates en la probabilidad de castigo. Existe una relación inversamente proporcional; es decir, a mayor número de chocolates que debe pagar la persona participante, se reduce la probabilidad de castigar a quien viola la norma social.

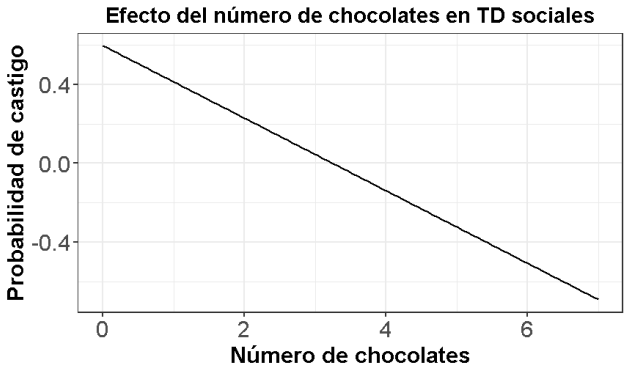


Figura 5. Efecto del número de chocolates en la probabilidad de castigo.

En la **Figura 6,** observamos el efecto del puntaje de hostilidad con relación a la probabilidad de castigo. Existe una relación directamente proporcional, es decir, a mayor puntaje de hostilidad (i.e., pensamientos, sentimientos y acciones de rabia, ira, irritabilidad, y resentimiento), aumenta la probabilidad de imponer castigo social a quien viola una norma social.

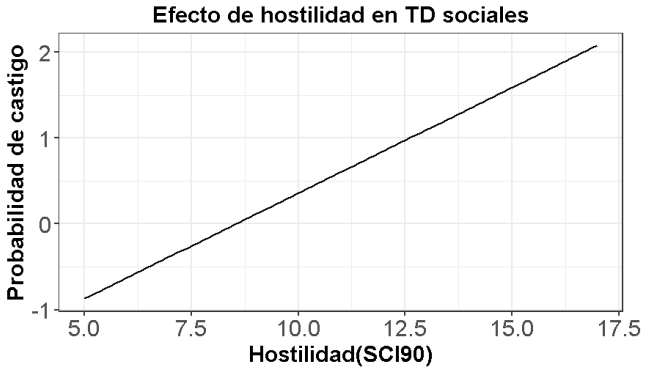


Figura 6. Efecto de puntajes de hostilidad en la probabilidad de castigo.

En la **Figura 7,** observamos el efecto del puntaje de Sensitividad Interpersonal con relación a la probabilidad de castigo, es una relación inversamente proporcional, es decir, a mayor puntaje de Sensitividad Interpersonal (i.e., sentimientos de inferioridad e inadecuación personal, auto-depreciación e incomodidad durante las interacciones personales), disminuye la probabilidad de castigo social.

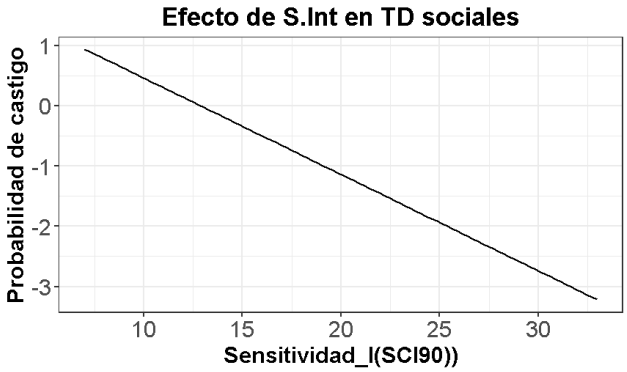


Figura 7. Efecto de puntajes de SI en la probabilidad de castigo.

En la **Figura 8**, observamos los puntajes de ansiedad en (x) y la probabilidad de castigo en (y), los cuales son directamente proporcionales; a mayor puntaje de ansiedad (i.e., inquietud, nerviosismo, tensión y pánico), aumenta la probabilidad de castigo social.

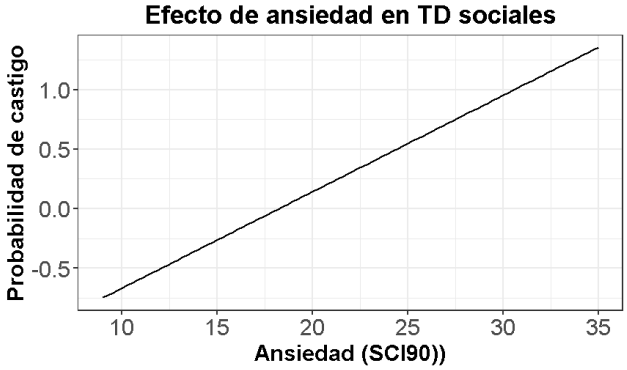


Figura 8. Efecto de los puntajes de ansiedad en la probabilidad de castigo.

En la **Figura 9**, observamos cómo la dosis de GC afecta la probabilidad de castigar a quien viola una norma social; es una relación directamente proporcional, es decir, a mayor dosis de GC, aumenta la probabilidad de castigo social.

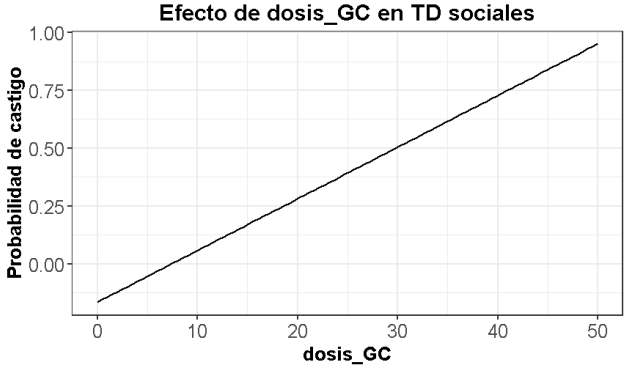


Figura 9. Efecto de la dosis de GC en la probabilidad de castigo

Gráficas de PDP base de datos económicas

En la **Figura 10,** observamos los puntajes de ansiedad con relación a la probabilidad de recompensa inmediata. Existe una relación inversamente proporcional, es decir, a mayor puntaje de ansiedad, se reduce la probabilidad de elegir la recompensa inmediata.

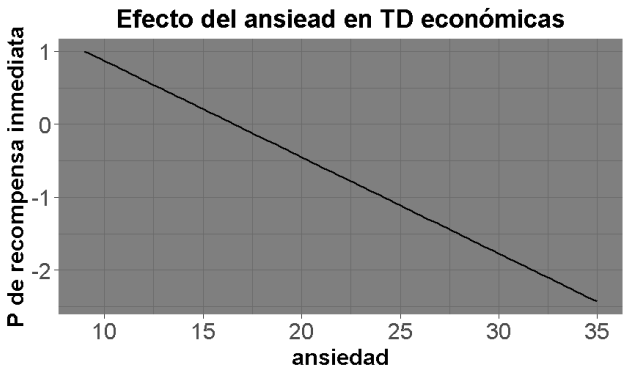


Figura 10 Efecto de puntajes de ansiedad en recompensa inmediata.

En la **Figura 11,** vemos la Tasa (eje x) y la probabilidad de recompensa inmediata en (eje y), se observa una relación inversamente proporcional, es decir, a mayor tasa (n.º de chocolates por día), disminuye la probabilidad de recompensa inmediata.

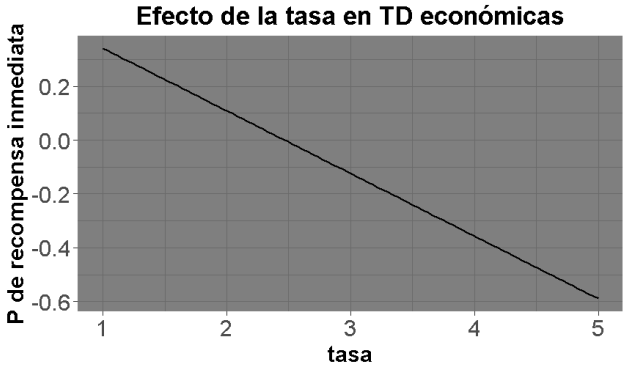


Figura 11. Efecto de la Tasa en la probabilidad de recompensa inmediata.

En la **Figura 12.** Observamos los puntajes de Obsesión-Compulsión con respecto a la probabilidad de recompensa inmediata; existe una relación directamente proporcional, es decir, a mayor puntaje de Obsesión-Compulsión (i.e., pensamientos, acciones e impulsos involuntarios, indeseados, irresistibles e imposibles de controlar) aumenta la probabilidad de recompensa inmediata.

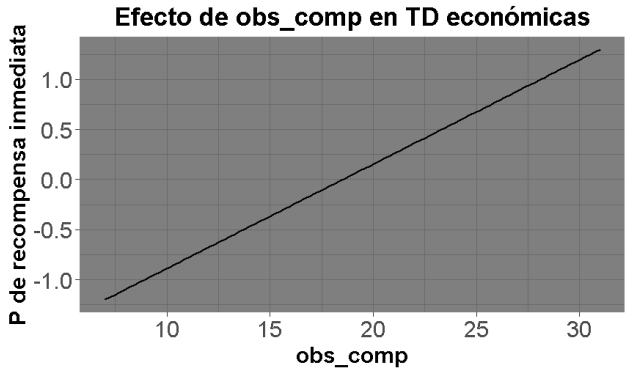


Figura 12. Efecto de obs_comp en la probabilidad de recompensas inmediatas.

En la **Figura 13,** observamos el efecto del consumo de GC en la recompensa inmediata. Existe una relación directamente proporcional; es decir, el consumo de GC aumenta la probabilidad de preferir la recompensa inmediata.

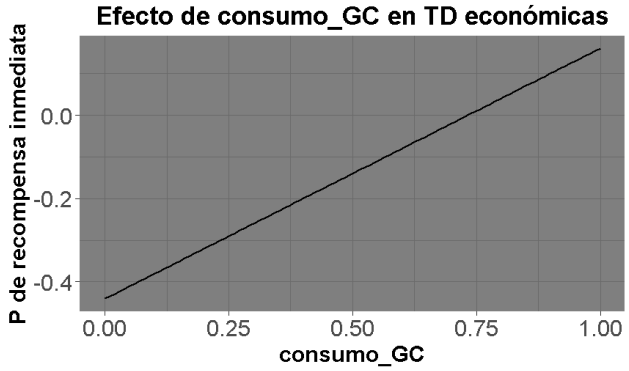


Fig 13. Efecto de consumo de GC en la elección de recompensa inmediata.

En la **Figura 14,** observamos la dosis de GC con respecto a la probabilidad de recompensa inmediata. Muestra una relación directamente proporcional, es decir, a mayor dosis de GC, aumenta la probabilidad de preferir recompensas inmediatas.

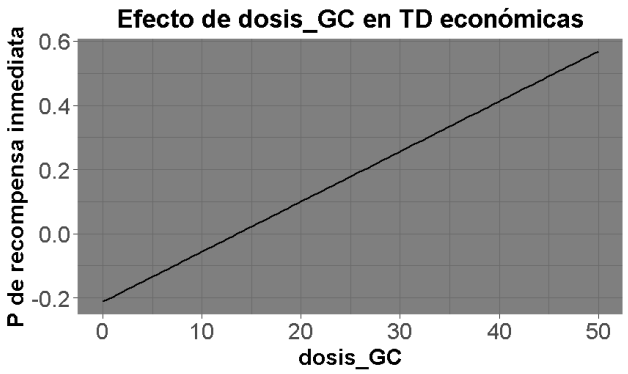


Figura 14. Efecto de la dosis de GC en la probabilidad de recompensa inmediata.

Discusión y Conclusiones

Consumo de Glucocorticoides en castigo social y recompensas inmediatas

En las personas con LES, un mayor consumo de GC (**Figura 9**) se asoció con una mayor tendencia a incurrir en costos personales para castigar a quien viola una norma social. Esta conducta, fomentaría la cooperación en el grupo, porque, quienes reciben un castigo se apegarán a la norma social en el futuro; entonces, podríamos interpretar que el consumo de GC se vincula más a conductas prosociales y menos a conductas individualistas. En futuras investigaciones habría que averiguar si esta conducta es desventajosa para el sujeto, ya que incurre en costos personales, los cuales se podrían interpretar como pérdidas.

En lo que respecta al aplazamiento de la gratificación, el consumo de GC **(Fig. 14)** se asoció con una tendencia a preferir el aplazamiento de la recompensa, en lugar de preferir las recompensas inmediatas. Cabría preguntarse si esto se traduce en una menor incidencia en obesidad, abuso de drogas y juegos de azar entre las personas que consumen GC, lo cual debería ser objeto de estudio en futuras investigaciones.

Este estudio representa un primer acercamiento a la estimación del efecto que tiene el uso glucocorticoides sobre la propensión a incurrir en el castigo social o toma de decisiones sociales, y sobre el aplazamiento a la gratificación o toma de decisiones económicas.

Hostilidad y ansiedad en el castigo social

En la **figura 3** podemos observar que el número de chocolates fue la variable con mayor importancia sobre la TDS, seguida por la hostilidad, sensitividad interpersonal y ansiedad (SCL-90-R).

La hostilidad se considera un comportamiento socialmente inaceptable, ya que puede tener consecuencias negativas para quienes la manifiestan. Este comportamiento se refleja en actitudes y acciones agresivas hacia otras personas (Carvalho & Chamberlen, 2018). En la **figura 6** podemos observar el efecto del puntaje de hostilidad sobre la probabilidad de castigo: a mayor puntaje de hostilidad mayor probabilidad de castigo. Es de suma importancia tener en cuenta que la hostilidad suele ser una respuesta a una injusticia percibida. Sin embargo, el deseo de castigar esta injusticia depende de diversos factores, como la percepción de la injusticia en sí, los valores éticos, la personalidad y la historia personal, entre otros (Díaz, J. Luis,2022).

En lo que respecta a la relación entre la ansiedad y el castigo social, se observa una relación directamente proporcional en la **Figura 8.** Es importante destacar que las personas con niveles elevados de ansiedad a menudo experimentan temor a la evaluación social negativa y miedo al rechazo en situaciones sociales. Las personas con altos niveles de ansiedad pueden reaccionar de diferentes maneras ante situaciones de injusticia. Algunas pueden sentirse abrumadas y evitar tomar medidas, mientras que otras pueden sentirse motivadas a abordar la injusticia de manera constructiva y buscar soluciones prosociales. En paralelo, estas respuestas están influenciadas por factores como: los valores personales, la moralidad, empatía y la capacidad para manejar las emociones.

En cuanto a la relación entre ansiedad y recompensas inmediatas. En nuestra cohorte esperábamos que, a mayor ansiedad, las personas eligieran las recompensas inmediatas, pero no fue así. Es posible que mayores niveles de ansiedad estén asociados con una preocupación persistente por eventos futuros, lo cual explicaría que, las personas más ansiosas se enfoquen más en las recompensas futuras, y por ella las priorizan (Cremers et al., 2014).

Varios estudios han destacado la importancia de la amígdala y la corteza cingulada anterior (CCA) en la regulación de las emociones y la empatía. No obstante, se necesita una comprensión más profunda de los mecanismos implicados, para ello es recomendable hacer estudios de Resonancia Magnética de las áreas antes mencionadas, así como factores no incluidos en este estudio, tales como: carga sociocultural de las personas, el número de participantes, etc.

Amígdala, Impulsividad y recompensas inmediatas

La amígdala desempeña un papel crucial en el procesamiento emocional, en particular en la detección y respuesta a estímulos emocionales como el miedo, la recompensa, el estrés, la ansiedad y la impulsividad (Jakuszkowiak-Wojten et al., 2015). El control de impulsos está vinculado a la actividad de la corteza prefrontal, que desempeña un papel fundamental en la regulación de la impulsividad. En este contexto, se ha observado que el estrés y la ansiedad pueden aumentar la preferencia por las recompensas inmediatas, no obstante, nuestros resultados difieren de la **Figura 10.** A mayor ansiedad disminuye la probabilidad de recompensas inmediatas. Se necesita más investigación, acerca de los mecanismos subyacentes que pueden explicar la inversión de la relación observada en nuestro estudio

Efecto de GC en la TDE y TDS

Los pacientes con lupus que toman glucocorticoides pueden experimentar cambios de humor, ansiedad y dificultades cognitivas, lo que puede influir en su disposición a esperar recompensas futuras o tomar decisiones informadas sobre su salud. Esperábamos que la dosis de glucocorticoides tuviera un efecto negativo, tanto en la toma de decisiones sociales como en las económicas. En otras palabras, esperábamos que el consumo de GC afectara la capacidad del paciente de inferir sobre una decisión, no conveniente. En términos generales, la mayoría de las personas toma decisiones convenencieras, es decir, el resultado les beneficia de alguna manera y cuando se involucra a terceras personas, el criterio de evaluación se modifica.

Comprender cómo las personas evalúan y gestionan las recompensas a lo largo del tiempo, sienta las bases fundamentales para abordar temas críticos como las adicciones, la obesidad, la salud financiera, la salud mental y el cumplimiento del tratamiento. Los hallazgos mostrados en estudio representan un punto de partida, existe un amplio potencial para una mayor investigación, que podría tener un impacto positivo en la salud de los pacientes mexicanos con LES.

Como se ha indicado previamente, el uso de glucocorticoides conlleva una serie de efectos secundarios a largo plazo. En este estudio, nuestro objetivo principal ha sido describir los efectos del consumo de glucocorticoides en pacientes con LES.

Resulta intrigante la predisposición de los pacientes hacia conductas prosociales, ya que, desde una perspectiva diferente, optaron por dedicar sus propios recursos para corregir una injusticia social. Esta es una decisión, que es conveniente para el grupo (sociedad), pero para el individuo representa pérdidas, por lo que desde ese punto de vista: es relativa la ganancia y pérdida de recursos. La parte interesante radica en los motivos subyacentes a este tipo de conducta.

Por otro lado, en nuestra cohorte los pacientes tienden a preferir recompensas mayores, en lugar de recompensas inmediatas, lo que se traduce en una decisión convenenciera para los pacientes.

El aplazamiento de gratificación es esencial para la adherencia a estos tratamientos, ya que los pacientes deben ser capaces de mantener un compromiso constante a pesar de no ver resultados inmediatos.

Perspectivas

Si bien este estudio aporta información sobre el tema, es importante mencionar las limitaciones que pueden influir en la interpretación de los resultados, como el número de pacientes evaluados, y el tipo de modelo utilizado que no permite responder preguntas más concisas referentes a la toma de decisiones en pacientes.

Los mecanismos subyacentes a la toma de decisiones son poco concisos. Para un estudio a mayor profundidad es recomendable un modelo de regresión multivariable, estudios de resonancia magnética para correlacionar las áreas neuronales implicadas, y un mayor número de observaciones que aumenten el poder estadístico de los datos.

Conclusión

En conclusión, en esta evaluación, observamos que, el consumo de corticoides tiene un efecto sobre las decisiones que toman las personas con lupus. Específicamente, un mayor consumo de corticoides se asocia; por un lado, con una mayor tendencia a conductas prosociales, es decir, incurrir en costos personales para castigar a quien viola una norma social y; por el otro lado, se asocia con una tendencia a ser pacientes y preferir recompensas mayores, en lugar de recompensas menores pero inmediatas. Estos efectos deberán ser estudiados en profundidad y considerados durante la elección del tratamiento en personas con LES.

Referencias bibliográficas

Aguilera-Pickens, G., & Abud-Mendoza, C. (2013). Neuropsychiatric manifestations in systemic lupus erythematosus: physiopathogenic and therapeutic basis. *Reumatologia Clinica*, *9*(6), 331–333.

Ana Laura, H.-L., Domingo, M., Elizabeth, F.-B., Román-López, T. V., Karen, N.-R., Sandra Valentina, V. del V., Donaji, D.-Z., Lizbet, T.-N., Angélica, P.-A., Estefania, T.-V., Gabriel, F.-V., Maria, G.-A., Florencia, R., Sarael, A., Rentería, M. E., Ruiz-Contreras, A. E., Deshiré, A.-R., & Alejandra, M.-R. (2023). Lupus RGMX: Social and clinical characteristics and their contribution to quality of life in a Mexican cohort with SLE. In *bioRxiv*. https://doi.org/10.1101/2023.02.23.23286331

Bendorius, M., Po, C., Muller, S., & Jeltsch-David, H. (2018). From Systemic Inflammation to Neuroinflammation: The Case of Neurolupus. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(11). https://doi.org/10.3390/ijms19113588

Carvalho, H., & Chamberlen, A. (2018). Why punishment pleases: Punitive feelings in a world of hostile solidarity. *Punishment & Society*, *20*(2), 217–234.

Cremers, H. R., Veer, I. M., Spinhoven, P., Rombouts, S. A. R. B., & Roelofs, K. (2014). Neural sensitivity to social reward and punishment anticipation in social anxiety disorder. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *8*, 439.

Diaz, Jose L, (2022) *Neurofisiologia del yo Autoconciencia e identidad personal.* 1er edicion. Programa Universitario de Bioética Bonilla, distribuidores y Edición.

Heffelfinger, A. K., & Newcomer, J. W. (2001). Glucocorticoid effects on memory function over the human life span. *Development and Psychopathology*, *13*(3), 491–513.

Jakuszkowiak-Wojten, K., Landowski, J., Wiglusz, M. S., & Cubała, W. J. (2015). Impulsivity in anxiety disorders. A critical review. *Psychiatria Danubina*, *27 Suppl 1*, S452–S455.

Kasturi, S., & Sammaritano, L. R. (2016). Corticosteroids in Lupus. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, *42*(1), 47–62, viii.

Mirabelli, G., Cannarile, F., Bruni, C., Vagelli, R., De Luca, R., & Carli, L. (2015). One year in review 2015: systemic lupus erythematosus. *Clinical and Experimental Rheumatology*, *33*(3), 414–425.

Monastero, R., Bettini, P., Del Zotto, E., Cottini, E., Tincani, A., Balestrieri, G., Cattaneo, R., Camarda, R., Vignolo, L. A., & Padovani, A. (2001). Prevalence and pattern of cognitive impairment in systemic lupus erythematosus patients with and without overt neuropsychiatric manifestations. *Journal of the Neurological Sciences*, *184*(1), 33–39.

Montero-López, E., Santos-Ruiz, A., Navarrete-Navarrete, N., Ortego-Centeno, N., Pérez-García, M., & Peralta-Ramírez, M. I. (2016). The effects of corticosteroids on cognitive flexibility and decision-making in women with lupus. *Lupus*, *25*(13), 1470–1478.

Odum, A. L., Becker, R. J., Haynes, J. M., Galizio, A., Frye, C. C. J., Downey, H., Friedel, J. E., & Perez, D. M. (2020). Delay discounting of different outcomes: Review and theory. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *113*(3), 657–679.

Seet, D., Allameen, N. A., Tay, S. H., Cho, J., & Mak, A. (2021). Cognitive Dysfunction in Systemic Lupus Erythematosus: Immunopathology, Clinical Manifestations, Neuroimaging and Management. *Rheumatology and Therapy*, *8*(2), 651–679.

Wang, Z., Xia, C.-Y., Meloni, S., Zhou, C.-S., & Moreno, Y. (2013). Impact of social punishment on cooperative behavior in complex networks. *Scientific Reports*, *3*, 3055

LupusRGMX:

Tratamiento y actividad del lupus.

Zanella Quintanar Jorge Antonio, Huerta López Andrea Mónica, Torres Valdez Estefania, Peña Ayala Angélica Hayleen, Tinajero Nieto Lizbet, Felíx-Rodríguez Guillermo, Hernández Ledesma Ana Laura, Alpízar-Rodríguez Deshiré, Rivera Medina Alejandra.

Resumen

El lupus eritematoso sistémico es una enfermedad autoinmune en la que el sistema inmunológico ataca componentes celulares; causando una alta heterogeneidad en las manifestaciones. El Registro Mexicano de Lupus busca ayudar a comprender el impacto del lupus en nuestra población. Con éste trabajo se busca identificar las características demográficas y clínicas, así como la relación entre la actividad de la enfermedad relacionado al tratamiento de personas con lupus eritematoso sistémico que habitan en la ciudad de Querétaro. Voluntarios mexicanos con un diagnóstico de lupus mayores a 18 años fueron identificados a través del Registro Mexicano de Lupus. Los participantes fueron canalizados a través de especialistas de las principales instituciones de salud pública del Estado de Querétaro. Se utilizó la plataforma electrónica Research Electronic Data Capture (REDCap), hospedada en la UNAM, para capturar datos sociodemográficos y clínicos. Se identificaron 146 personas con diagnóstico de lupus, con una predominancia de mujeres (89.7%) y una media de 40.5(±13.7) años de edad. Con respecto a las principales manifestaciones clínicas se observó que el 15.1% cuenta con diagnóstico de nefritis. Los antimaláricos representan el medicamento de mayor consumo (78.2%), seguido por corticoides (54.9%), ácido micofenólico (37.4%).

La predominancia en mujeres, hallazgos sugestivos de predisposición genética y la presencia de comorbilidades, como artritis y nefritis, resaltan su complejidad.

Palabras clave: Lupus eritematoso sistémico, autoinmunidades, manifestaciones clínicas, registro de pacientes, actividad de la enfermedad, tratamientos.

Summary

Systemic lupus erythematosus (SLE) is an autoimmune disease in which the immune system attacks cellular components, causing high heterogeneity in clinical manifestations. The Registro Mexicano de Lupus aims to help understand the impact of lupus in our population. Here we are looking to identify the demographic and clinical characteristics of individuals with SLE residing in the city of Querétaro. Mexican volunteers diagnosed with lupus over 18 years of age were identified through the Mexican Lupus Registry. Participants were referred by specialists from the main public healthcare institutions in the State of Querétaro. The Research Electronic Data Capture (REDCap) electronic platform, hosted at UNAM, was used to collect sociodemographic and clinical data. A total of 146 individuals with a lupus diagnosis were identified, with a predominance of women (89.7%) and a mean age of 40.5 (±13.7) years. Regarding the main clinical manifestations, 15.1% were diagnosed with nephritis. Antimalarials were the most commonly used medication (78.2%), followed by corticosteroids (54.9%), and mycophenolic acid (37.4%). The predominance in women, suggestive findings of genetic predisposition, and the presence of comorbidities such as arthritis and nephritis highlight its complexity.

Keywords: Systemic lupus erythematosus, autoimmunities, clinical manifestations, patient registry, disease activity, treatments.

Introducción

En las intersecciones misteriosas de la medicina y la inmunología, emerge el lupus, una enfermedad autoinmune que desafía la comprensión médica y afecta a millones de personas en todo el mundo. En México, esta afección ha tejido una historia de desafíos y descubrimientos, dejando una marca profunda en la comunidad médica y en aquellos que la padecen.

El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad autoinmune, en donde el sistema inmunológico ataca erróneamente los tejidos y órganos sanos del cuerpo y se presenta con una amplia gama de manifestaciones clínicas, que incluyen síntomas renales, dermatológicos, neuropsiquiátricos y cardiovasculares (Yu et al., 2021). Además, se ha mencionado que los factores ambientales y hormonales influyen en el desarrollo del LES en individuos genéticamente susceptibles al inducir defectos en el sistema inmunitario innato y adaptativo (Tsang-A-Sjoe & Bultink, 2021).

En México, el estudio del lupus ha evolucionado a lo largo del tiempo, enfrentando desafíos y avances únicos, con una incidencia de 20 personas con lupus por cada cien mil habitantes del país. Por ejemplo, Zonana-Nacach et al. (2002) publicaron que la presencia de lupus y de enfermedades de tejido conjuntivo en familiares de primer grado es el factor más asociado con el desarrollo de LES. Además se han reportado otros factores de riesgo como el uso de ciertos fármacos, faringoamigdalitis de repetición y el uso de anticonceptivos orales por más de un año. También en el 2015, Jiménez-Uscanga et al., hicieron una investigación sobre la existencia de CD24v, que es una proteína de membrana usada como marcador relacionado con la respuesta inflamatoria característica del LES, en pacientes mexicanos con lupus eritematoso sistémico, pero no tuvieron resultados estadísticamente significativos para concluir que su hipótesis fuera cierta. Ya para el 2017 Valencia-Pacheco et al. publicaron que la infección por parvovirus B-19 podría ser un factor ambiental para desencadenar o reactivar el LES. Después, Mercado et al. (2021) en su estudio observaron que los pacientes masculinos tuvieron frecuentemente enfermedad renal y fiebre, sin ninguna diferencia en el daño de órganos y sistemas en relación con el sexo femenino. La nefritis proliferativa clase III/IV con hipocomplementemia y anti-ADN elevados fueron muy frecuentes en los hombres con lupus.

Los AINES (Antiinflamatorios No Esteroideos) ayudan a reducir la inflamación, aliviar el dolor y bajar la fiebre al inhibir las COX 1 y COX-2, enzimas ciclooxigenasas involucradas en los procesos inflamatorios. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no tratan la causa subyacente de la enfermedad, sino que alivian los síntomas. Canul, A. F. K. (2022)

Por otro lado, los antipalúdicos como la hidroxicloroquina y cloroquina modulan la respuesta inmune, reduciendo la producción de sustancias inflamatorias, entre ellas las citocinas, ayudando a controlar la respuesta inmune hiperactiva vista en el lupus. Estos medicamentos a menudo se usan en combinación con otros tratamientos para reducir la cantidad necesaria de corticoides, que son medicamentos esteroides que pueden tener efectos secundarios significativos. Tandazo-Condoy, R., & Remache-Cevallos, W. (2022)

Los corticoides, como la prednisona y la metilprednisolona, son esteroides artificiales que suprimen la respuesta inflamatoria al activar receptores en las células que producen moléculas antiinflamatorias. Aunque son efectivos para tratar los síntomas del lupus, pueden causar una serie de efectos secundarios a corto y largo plazo, como retención de líquidos, cambios en el estado de ánimo, problemas óseos y más. Su uso debe ser supervisado de cerca por un profesional de la salud. Tanaka, Y. (2020).

El ácido micofenólico, o en su forma de sal, micofenolato de mofetilo, es un medicamento

inmunosupresor indicado en variedad de enfermedades autoinmunes, especialmente cuando se inician con daños glomerulares, más específicamente, para la nefritis lúpica de grado III y IV, éste actúa interfiriendo con la función de las células T, pues como se sabe, la producción de autoanticuerpos es una característica distintiva del lupus. (Trindade et al., 2021)

El índice SLEDAI (Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index) es un índice utilizado en la evaluación de la actividad y gravedad del lupus eritematoso sistémico, una enfermedad autoinmune. Este índice se basa en una serie de síntomas y hallazgos clínicos, como la presencia de erupciones cutáneas, artritis, fiebre y otros, para ayudar a los médicos a cuantificar la actividad de la enfermedad en un paciente. Cuanto mayor sea la puntuación del SLEDAI, mayor será la actividad de la enfermedad. Se utiliza como herramienta de seguimiento y toma de decisiones en el tratamiento de pacientes con lupus eritematoso sistémico. Evalúa propiedades psicométricas, es fácil de utilizar y puede usarse para identificar pacientes en remisión tanto dentro como fuera de la terapia. La alta actividad de la enfermedad, según la evaluación del SLEDAI, se asocia con enfermedades y daños más graves. (De Sousa Alves et al., 2021)

Este proyecto es un hito importante en el campo de la investigación biomédica en México. Al ser el primer registro dedicado exclusivamente a personas mexicanas con Lupus, su objetivo es comprender en detalle las peculiaridades y afecciones específicas de la enfermedad dentro de esta población. Esto permitirá desarrollar aplicaciones y herramientas con un impacto significativo en todo el proceso que atraviesan las personas con Lupus, desde el diagnóstico inicial hasta el tratamiento y seguimiento de la enfermedad a lo largo del tiempo.

Ahora con el Registro Mexicano de Lupus se tiene una base de datos completa y confiable que recopila información detallada sobre los pacientes, sus síntomas, tratamientos utilizados y la progresión de la enfermedad, así como algunos datos socioeconómicos. Esta riqueza de datos será invaluable para los investigadores y profesionales de la salud, ya que les permitirá identificar características únicas en la población mexicana con lupus y, a su vez, desarrollar y mejorar aplicaciones y herramientas médicas especializadas que se adapten específicamente a las necesidades de los pacientes con Lupus en México. Desde sistemas de apoyo al diagnóstico hasta aplicaciones para el seguimiento de la evolución de la enfermedad, estas soluciones tecnológicas ofrecerán una atención más personalizada y eficiente para los pacientes, mejorando así su calidad de vida y bienestar general.

Metodología:

El registro está diseñado e implementado en el software REDCap (Research Electronic Data Capture) como principal herramienta de captura de datos electrónicos; contiene cuestionarios enfocados a evaluar distintas facetas del día a día de la persona con lupus, desde factores clínicos hasta aquellos asociados con salud mental y estilo de vida.

El presente trabajo se enfoca en el análisis de una cohorte de voluntarios tomada a partir del registro, incluyendo a aquellos mayores de 18, con diagnóstico y registro en la plataforma previo realizado por un reumatólogo y que residan en el Estado de Querétaro La invitación a potenciales voluntarios se realizó directamente en la consulta de médicos reumatólogos colaboradores del proyecto.

En el análisis del registro, se examinaron variables que incluyen género, edad, lugar de nacimiento, medicamentos recetados (inmunosupresores y antibióticos), el curso de embarazo, comorbilidades, familiares con lupus y su parentesco, así como ocupación y nivel educativo. Estos datos se sometieron a un análisis estadístico descriptivo utilizando el entorno de Rstudio.

Resultados:

Se identificaron 146 personas con diagnóstico de lupus, con una predominancia de mujeres (89.7%) y una media (±DE) de 40.5(±13.7) años de edad. En la figura 1 podemos observar la distribución etaria de nuestra cohorte la cual abarca un intervalo desde 18 hasta 75 años; con la mayoría de la población con menos de 50 años.

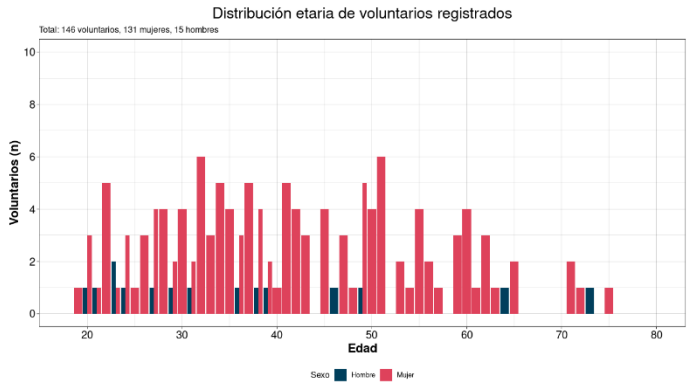


Figura 1. Distribución etaria de los participantes (n=146).

El Registro ofrece la ventaja de estar disponible a través de aparatos electrónicos, lo cual facilita su acceso independientemente de la ubicación geográfica. En la figura 2 podemos observar la distribución geográfica de los participantes con base en su estado de nacimiento, vemos que la mayoría de nuestros participantes es originaria de la zona centro del país, específicamente de la Ciudad de Querétaro y la Ciudad de México; mientras que la región noroeste del país.



Figura 2. Estados de nacimiento de los participantes (n=146).

Con respecto a las principales manifestaciones clínicas se observó que el 15.1% cuenta con diagnóstico de nefritis. En relación a los tratamientos (Figura 3) observamos que los antimaláricos representan el medicamento de mayor consumo (49.2%), seguido por los de tipo corticoides (42.4%), ácido micofenólico (36.1%) e inmunosupresores (28.3%).

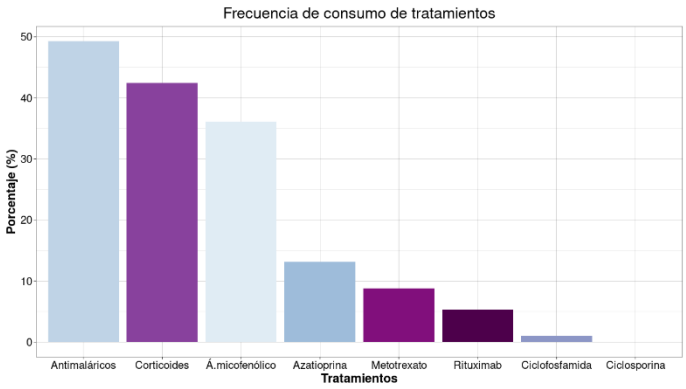


Figura 3. Frecuencia de consumo de tratamientos en la población (n=146).

Se obtuvieron los índices SLEDAI de los participantes, revelando que la mayoría de ellos se encuentran en estado de remisión (26.7%) o experimentan una actividad leve de la enfermedad (39.7%), mientras que el resto presentan actividad de moderada a alta (Figura 4A). Al analizar estos puntajes en relación con los tratamientos más comúnmente recetados, se observa que aquellos que utilizan corticoides presentan una media ligeramente más alta que aquellos que no los consumen (Figura 4B). En el caso de los antimaláricos (Figura 4C) y del ácido micofenólico (Figura 4D) muestran una media ligeramente menor aquellas personas que consumen estos medicamentos con respecto a aquellos que no. Sin embargo, estos resultados no difieren significativamente de los obtenidos entre los grupos de participantes.

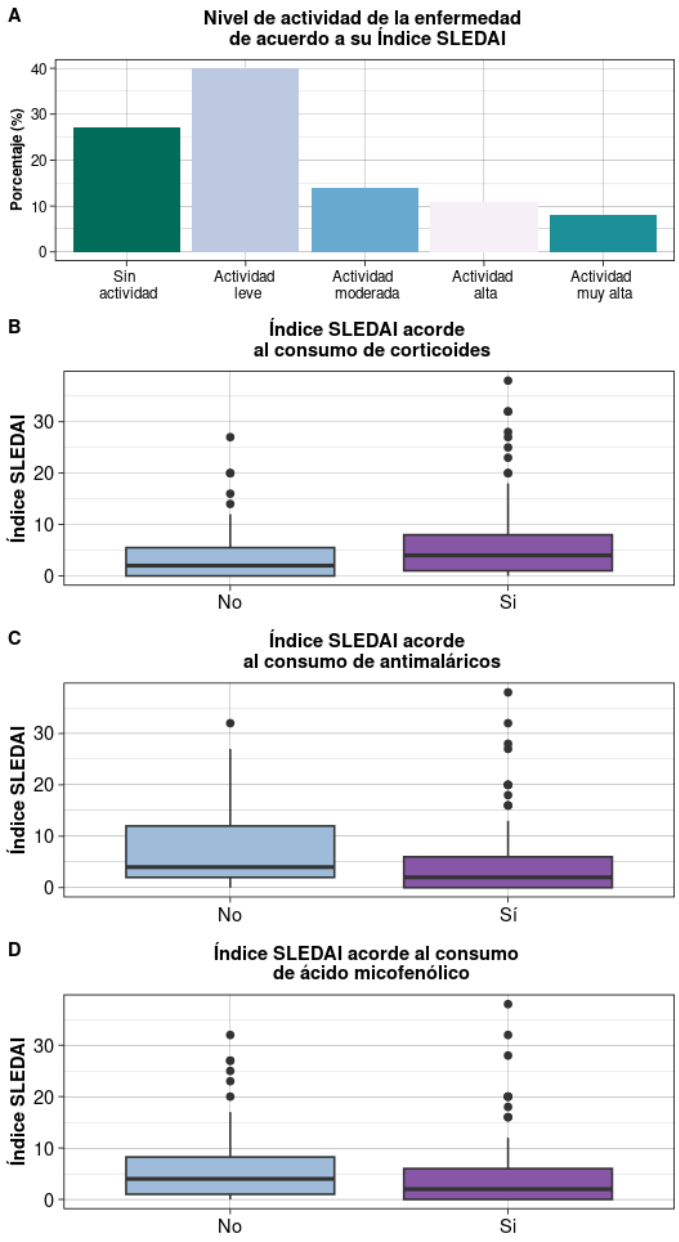


Figura 4. Actividad de la enfermedad y su relación con el consumo de tratamientos (n=146). Porcentaje de participantes de acuerdo a la actividad que presentan (A). Comparación del índice de actividad presente en los participantes de acuerdo al consumo de corticoides (B), antimaláricos (C) y ácido micofenólico (D).

Discusión y conclusiones

El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad autoinmune compleja que presenta una amplia gama de manifestaciones clínicas. En México, esta enfermedad ha sido objeto de una creciente atención por parte de la comunidad médica y científica, lo que ha llevado al establecimiento del Registro Mexicano de Lupus (LupusRGMX).

El LES es conocido por su heterogeneidad en las manifestaciones clínicas, lo que lo convierte en un desafío tanto para el diagnóstico como para el tratamiento. En México, esta heterogeneidad se refleja en una serie de estudios y hallazgos, como la investigación de Valencia-Pacheco et al. (2017) sobre la posible relación entre la infección por parvovirus B-19 y el LES. Además, los resultados de Mercado et al. (2021) revelan una mayor frecuencia de enfermedad renal y fiebre en pacientes masculinos con LES, lo que destaca la diversidad de presentaciones clínicas de la enfermedad en México.

El LES es una enfermedad multifactorial en la que los factores genéticos, hormonales y ambientales desempeñan un papel fundamental. Los estudios mencionados han arrojado luz sobre estos factores en el contexto mexicano. Por ejemplo, la investigación de Zonana-Nacach et al. (2002) sugiere que la presencia de lupus y otras enfermedades autoinmunes en familiares de primer grado puede aumentar el riesgo de desarrollar LES. Asimismo, la predominancia del LES en mujeres, con una relación de género de 9:1, es un hallazgo consistente con la literatura internacional.

El uso de índices como el SLEDAI (SLE Disease Activity Index) para evaluar la actividad de la enfermedad en pacientes con LES es fundamental en la gestión clínica de esta compleja afección. Los resultados de nuestra investigación muestran que la mayoría de los participantes se encuentran en estado de remisión (26.7%) o experimentan una actividad leve de la enfermedad (39.7%). Esta es una observación importante y sugiere que un porcentaje significativo de pacientes con LES en la población mexicana está respondiendo favorablemente a los tratamientos disponibles.

El Registro Mexicano de Lupus (LupusRGMX) se ha erigido como una herramienta invaluable en la

investigación del LES en México. Al proporcionar una base de datos completa y confiable que recopila información detallada sobre pacientes, síntomas, tratamientos y progresión de la enfermedad, el registro ha allanado el camino para una comprensión más profunda de esta afección en la población mexicana. Además, ha permitido la identificación de características únicas y la posibilidad de desarrollar aplicaciones y herramientas médicas especializadas para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Referencias bibliográficas:

Canul, A. F. K. (2022). Mecanismo de los AINES y antiinflamatorios derivados para el control del dolor y la inflamación. Uso de antiinflamatorios en odontología. Revista ADM, 79(1), 38–47. https://doi.org/10.35366/103817

De Sousa Alves, P. M., Bandaria, J. N., Leavy, M. B., Gliklich, B., Boussios, C., Su, Z., & Curhan, G. C. (2021). Validation of a machine learning approach to estimate Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index score categories and application in a real-world dataset. RMD Open, 7(2), e001586. https://doi.org/10.1136/rmdopen-2021-001586

Jiménez-Uscanga, R. D., Carsolio-Trujano, M., Herrera-Sánchez, D. A., Castrejón-Vázquez, M. I., Irazoque-Palacios, F., Vargas-Camaño, M. E., Martínez-Aguilar, N., & Del Carmen Chima-Galán, M. (2015). Lupus eritematoso sistémico y CD24V. Revista alergia México. https://doi.org/10.29262/ram.v62i4.76

Mercado, U., Urquiza, I., Guardado, J., & Arianza-Casillas, R. (2021). Systemic lupus erythematosus in males. Medicina interna de México, 37(2). https://doi.org/10.24245/mim.v37i2.3681

Tanaka, Y. (2020). State‐of‐the‐art treatment of systemic lupus erythematosus. International Journal of Rheumatic Diseases, 23(4), 465–471. https://doi.org/10.1111/1756-185x.13817

Tandazo-Condoy, R., & Remache-Cevallos, W. (2022). Eficacia del tratamiento farmacológico del lupus eritematoso sistémico. Universidad Central del Ecuador. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/28502

Trindade, V., Carneiro‐Sampaio, M., Bonfá, E., & Silva, C. A. (2021). An update on the management of Childhood-Onset Systemic Lupus Erythematosus. Pediatric Drugs, 23(4), 331–347. https://doi.org/10.1007/s40272-021-00457-z

Tsang-A-Sjoe, M., & Bultink, I. E. M. (2021). New developments in systemic lupus erythematosus. Rheumatology, 60(Supplement_6), vi21-vi28. https://doi.org/10.1093/rheumatology/keab498

Valencia-Pacheco, G., Ueji, Y. E. N., Dzul, E. A. R., Ramírez, A. V. A., Villanueva, R. F. L., Ortíz, I. G. Q., & Paredes, E. P. R. (2017). Serological and molecular analysis of parvovirus B19 infection in Mayan women with systemic lupus erythematosus in Mexico. Colombia Médica, v48(i3), 105-112. https://doi.org/10.25100/cm.v48i3.2981

Yu, H., Nagafuchi, Y., & Fujio, K. (2021). Clinical and immunological biomarkers for systemic lupus erythematosus. Biomolecules, 11(7), 928. https://doi.org/10.3390/biom11070928

Zonana-Nacach, A., Rodríguez-Guzmán, L. M., Jiménez-Balderas, F. J., Camargo-Coronel, A., Escobedo, J., & Fraga, A. (2002). Factores de riesgo relacionados con lupus eritematoso sistémico en población mexicana. Salud Publica De Mexico, 44(3), 213-218. https://doi.org/10.1590/s0036-36342002000300004

INFLUENCIA DEL USO DEL TELÉFONO CELULAR EN LA PREVALENCIA DE CERVICALGIA Y ALTERACIONES POSTURALES

LFT. Mariana Joffre Yunes. Especialidad en Salud Pública. UAQ. mjoffre05@alumnos.uaq.mx
Director: M. en C. Jorge Alberto García Martínez. Unidad de Investigación en Neurodesarrollo, UNAM. (442) 1926101 ext. 120-122

Resumen.

Introducción: El teléfono celular se ha vuelto esencial en la vida diaria de persona. A pesar de tener beneficios, su uso inconsciente puede conducir a consecuencias psicológicas y físicas; estas últimas se desarrollan debido a la postura de flexión mantenida durante largos periodos al mirar la pantalla, resultando con el tiempo en cervicalgia, alteraciones posturales permanentes y consecuentes limitaciones funcionales. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio correlacional en los usuarios de SUAF de entre 18 y 35 años, iniciando con una evaluación postural y el posterior envío de un cuestionario digital. Los participantes fueron seleccionados por conveniencia y los datos finales se procesaron con el programa IBM SPSS V25. **Resultados:** Se obtuvo 38 observaciones, en su mayoría (57.9%) mujeres, con edad promedio de 23.5 ± 4.5 años. Se llevó a cabo la prueba de X^2, donde se encontró una asociación entre la presencia de cervicalgia durante el uso del teléfono y el uso excesivo ($p<0.05$), así como con presencia de adicción al dispositivo ($p<0.05$). De igual forma, se encontró una relación con la correcta flexión de cuello ($p<0.05$), demostrando que ésta es un factor protector (OR=0.146, 0.034 – 0.637). Por último, se encontró asociación entre la cabeza adelantada y la adicción al dispositivo, así como con la presencia de dolor durante las AVD ($p<0.05$). **Conclusiones:** Debido a los resultados, se enfatiza la importancia de promover y concientizar sobre la adopción de posturas adecuadas al usar el teléfono celular, fomentar un uso equilibrado y responsable del dispositivo y se recomienda implementar estrategias de prevención y educación para reducir el riesgo de desarrollar cervicalgia asociada a la utilización del teléfono móvil. **PALABRAS CLAVE:** teléfono celular, cervicalgia, alteraciones posturales.

Abstract.

Introduction: The smartphone has become essential in a person's daily life. Despite having benefits, its unconscious use can lead to psychological and physical consequences; this are developed due to the neck flexion posture maintained for long periods when looking at the screen, resulting over time in cervicalgia, permanent postural disorders and consequent functional limitations. **Materials and methods:** A correlational study was carried out on SUAF users between 18 and 35 years old, starting with a postural evaluation and the subsequent sending of a digital questionnaire. Participants were selected by convenience and the final data were processed with the IBM SPSS V25 program. **Results:** 38 observations were obtained, the majority (57.9%) women, with an average age of 23.5 ± 4.5 years. The X^2 test was carried out, where an association was found between the presence of cervical pain during phone use and overuse ($p<0.05$), as well as with the presence of addiction to the device ($p<0.05$). Likewise, a relationship was found with correct neck flexion ($p<0.05$), demonstrating that this is a protective factor (OR=0.146, 0.034 – 0.637). Finally, an association was found between the forward head and addiction to the device, as well as with the presence of pain during ADLs ($p<0.05$). **Conclusions:** Due to the results, the importance of promoting and raising awareness about the adoption of appropriate postures when using the cell phone is emphasized, encouraging balanced and responsible use of the device and it is recommended to implement prevention and education strategies to reduce the risk of developing Cervical pain associated with mobile phone use. **KEYWORDS:** smartphone, neck pain, postural disorders.

Introducción

En la actualidad, la sociedad contemporánea muestra una tendencia hacia la digitalización. En las últimas décadas, se ha observado un marcado progreso tecnológico en estos dispositivos, que abarca desde reproductores de música, cámaras con alta resolución, conectividad inalámbrica a internet, así como un sinfín de aplicaciones de entretenimiento y utilidades. Como resultado de este fenómeno, el uso de teléfonos inteligentes ha experimentado un crecimiento rápido y notable entre individuos de todas las edades. (Derakhshanrad et al., 2021).

En el 2022, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en colaboración con otras instituciones, publicó la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), donde se recolectan datos estadísticos sobre las tecnologías de la información, entre ellas el teléfono celular; se menciona que para el año 2022, en promedio 93.8 millones de mexicanos ya eran usuarios de este dispositivo, esto equivale al 79.2% de la población mayor a 6 años. De igual forma, este es el principal medio por el que los mexicanos acceden a internet con un 97%, contra tan solo 31% de acceso mediante computadoras portátiles (ENDUTIH, 2020).

Diversos estudios han evidenciado que el teléfono celular no es solo un dispositivo tecnológico, sino que también se ha convertido en un objeto personal y social, que otorga identidad al dueño y que está influenciado por la moda; debido a esto, no sorprende la creciente propensión a la dependencia y subsecuente adicción a este dispositivo en los usuarios, quienes dedican gran parte de su día utilizándolo de forma irresponsable y sin pensar en los efectos que conlleva su uso, entre ellos problemas musculoesqueléticos al mantener la misma posición por tiempo prolongado, como la cervicalgia y diversas alteraciones posturales en cabeza y cuello (Escalera-Chávez & Rojas-Kramer, 2020).

La cervicalgia se define como el dolor en la parte posterior y/o lateral del cuello con o sin dolor referido hacia los hombros o cabeza con duración de al menos un día (agudo), o que podría llegar a presentarse hasta más de 3 meses convirtiéndose en crónico (Verhagen, 2021). Durante el uso del teléfono celular se tiende a presentar posturas viciosas con pronunciada flexión de cuello; esta posición afecta las estructuras de apoyo de la columna cervical como son músculos y ligamentos, resultando una cervicalgia de origen mecánico (Cohen, 2015).

La posición que comúnmente se adopta al usar el teléfono, implica una inclinación de cuello con la cabeza hacia adelante, que biomecánicamente se caracteriza por la flexión cervical inferior con extensión cervical superior, misma que se considera anormal y que el cuerpo realiza para poder mantener los ojos en posición horizontal mientras se mira la pantalla. Estas adaptaciones dan como resultado una reducción del espacio en las articulaciones atlanto-occipital y atlantoaxial, y un aumento resultante en las fuerzas de compresión colocadas posteriormente, acortando los músculos suboccipitales, aumentando la lordosis cervical, tensando ligamentos posteriores debido a los cambios de posición y trayendo manifestaciones como la disminución de la eficiencia muscular, fatiga muscular y compresión de las articulaciones facetarias; lo cual puede conducir al dolor y perpetuar la disfunción muscular. Si no se corrige esta posición y se convierte en un hábito, puede llevar a alteraciones posturales permanentes en cabeza, hombros y cuello (como cabeza adelantada, hombros elevados e hipercifosis dorsal) que ocasionarán una cronicidad de los síntomas dolorosos (Fiebert et al., 2021).

Cabe destacar que la cervicalgia tiene una morbilidad muy alta, siendo de las principales causas musculoesqueléticas de consulta médica; puede afectar la calidad de vida y el entorno educativo, laboral o recreativo, al producir molestias que reducen la productividad de las personas, y, además, generar un gasto no contemplado si se requiere atención médica especializada (Chandni, Clara D'souza et al., 2020).

En Mexico, se han realizado pocas investigaciones que estudien los factores alrededor del teléfono

celular que ocasionen cervicalgia y alteraciones posturales, y, para poder realizar una intervención preventiva o correctiva se tiene que demostrar que este es un problema real en la población, por lo cual, se pretende cumplir con el objetivo de analizar la influencia del uso del teléfono celular en la prevalencia de cervicalgia y alteraciones posturales en los usuarios del Sistema Universitario de Atención en Fisioterapia (SUAF).

Metodología.

Para cumplir con los objetivos planteados, se realizó una investigación con diseño correlacional en los usuarios que acudieron a valoración en fisioterapia en el Sistema Universitario de Atención en Fisioterapia (SUAF). Este es un programa de clínica – escuela que ofrece servicios a la población en general, así como trabajadores de la universidad y estudiantes mediante el programa de tutorías. Cuenta con dos sedes: la primera se ubica dentro de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro y la segunda sede se encuentra dentro del Centro de Evaluación Física y Desarrollo Deportivo (CEFID). Ambas clínicas ofrecen servicios integrales de salud como fisioterapia, nutrición, psicología y enfermería.

Los participantes fueron seleccionados por un método de conveniencia en el periodo del 22 de mayo al 30 de junio del 2023, siguiendo además, los siguientes criterios de selección: tener una edad entre 18 a 35 años, ser usuario del teléfono celular, haber asistido a una valoración en fisioterapia en SUAF dentro del periodo establecido, haber firmado el consentimiento informado, responder la totalidad del cuestionario dentro del periodo de recolección de datos y no haber presentado en los últimos 6 meses algún antecedente patológico o traumático relacionado con cuello, cabeza y hombros. Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

• Formato de Observación Sistemática de la Alineación Corporal (FOSAC). Se utiliza para valorar la postura mediante una observación analítica por parte del profesional en fisioterapia, se valoran 3 planos: el frontal, lateral (izquierdo y derecho) y posterior, buscando alteraciones en la postura del evaluado y registrándose en el formato.

• Escala Visual Análoga (EVA). Es el método de valoración subjetiva del dolor más empleada en el área de la fisioterapia; consiste en una línea recta marcada con números del 0 al 10. Se le pide al paciente que califique su dolor asignando un número entre este rango y se interpreta de la siguiente forma: 0 nada, 1 – 3 dolor leve, 4 – 6 dolor moderado y 7 – 10 dolor intenso.

• Smartphone Adiction Scale Short Version (SAS-SV). Es una escala que se creó para identificar el nivel de riesgo de adicción al teléfono celular. En su versión corta cuenta con 10 afirmaciones dirigidas hacia las siguientes dimensiones: pérdida de control, desprecio por las consecuencias, retraimiento, preocupación y tolerancia. A cada una se le asigna una puntuación usando la escala tipo Likert que va del 1 (completamente en desacuerdo) al 6 (completamente de acuerdo); pudiendo sumar al final hasta 60 puntos. Los hombres se consideran "adictos al teléfono celular" si obtienen más de 31 puntos, mientras que entre 22 y 30 se infiere un alto riesgo. Las mujeres, por su parte, son consideradas "adictas al teléfono celular" con puntuaciones superiores a 33 y de alto riesgo entre 22 y 32.

A los usuarios que cumplieron con los criterios, se les realizó una valoración postural mediante el FOSAC por parte de los pasantes de servicio social de las clínicas SUAF, poniendo énfasis en las alteraciones referentes a cabeza, cuello y hombros (cabeza adelantada, inclinada o rotada; hombros elevados protruidos o retraídos; rectificación o hiperlordosis cervical; hipercifosis o rectificación dorsal). Posteriormente, les fue enviado por correo electrónico o WhatsApp el enlace a un cuestionario de Google Forms consistente en 28 preguntas, cuyo tiempo de aplicación, fue de entre 5 y 10 minutos, según lo demostrado en la prueba piloto. En este cuestionario se incluyeron las preguntas de características sociodemográficas (como edad, sexo, ocupación), preguntas relacionadas con el uso del teléfono celular (tiempo de uso diario, actividades que más realiza, grados de flexión del cuello al momento de responder

el cuestionario, etc.), además de los instrumentos mencionados previamente.

Una vez concluido el periodo de recolección, se construyó una base de datos en el programa IBM SPSS STATISTICS V.25 para realizar el análisis estadístico mediante pruebas de comparación de medias.

Resultados.

Durante el periodo de recolección de datos, se obtuvo un total de 55 valoraciones posturales. Sin embargo, al tener en cuenta los criterios de selección, se eliminaron 13 participantes por no haber respondido el cuestionario y se excluyeron 4 participantes debido a que presentaron alguno de los antecedentes patológicos o traumáticos considerados. Como resultado, se alcanzó una muestra final de 38 observaciones.

Como se puede ver en la *tabla 1*, los participantes fueron en su mayoría mujeres (57.9%), con una edad promedio de 23.5 ± 4.5 años. La ocupación más frecuente fue la de estudiante (47.7%) y la gran mayoría de los participantes (86.6%) realizan sus actividades educativas o laborales de forma presencial.

Tabla 1. Características sociodemográficas.

VARIABLE	n	% (n= 38)
Sexo		
Hombre	16	42.1%
Mujer	22	57.9%
Ocupación		
Estudia	18	47.7%
Trabaja	12	31.6%
Estudia y trabaja	8	21.1%
Desempleado	0	0%
Modalidad de trabajo / escuela		
Presencial	33	86.6%
Hibrido (virtual + presencial)	5	13.2%
Virtual	0	0%

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario

En la *tabla 2*, se presentan los resultados relacionados al uso del teléfono celular, información que se obtuvo a través del cuestionario de Google Forms. Se identificó una tendencia a utilizar el teléfono celular de forma continua durante un promedio de 40±31 minutos, llegando a un uso total diario de 271.5±156 minutos, lo que equivale a 4 horas y 52 minutos. También se encontró que la actividad más frecuente entre los participantes con sus teléfonos celulares fue el uso de redes sociales y navegación web con fines recreativos, con un total de 52% de los participantes.

Al analizar los grados de flexión de cuello en los que se encontraban al momento de responder el cuestionario, se observa que la mayoría de ellos mantenían una posición incorrecta, ya que lo recomendado es una flexión menor o igual a 15°, según la bibliografía consultada (Namwongsa et al., 2019). Únicamente 34.2% de los participantes (n=13) adoptaron esta posición correcta, mientras que el resto refirió una flexión mayor a los 15°, considerándose como excesiva. Además, 63.2% de los participantes informaron haber experimentado dolor en el cuello en algún momento durante los últimos 6 meses al utilizar su teléfono celular, siendo en su mayoría intensidad leve (28.9%). Asimismo, el 68.4% de los participantes indicaron haber experimentado dolor durante la realización de sus actividades de la vida diaria (AVD) y otras actividades que no están relacionadas con el uso de dispositivos electrónicos, siendo de intensidad leve y moderada en igual medida (31.6% cada uno).

Por último, utilizando la escala de adicción al teléfono celular SAS-SV, se determinó que el 55% de los participantes obtuvieron una puntuación que los categoriza como "adictos al teléfono celular". Sin embargo, al preguntarles en el cuestionario si consideraban ser adictos a este, solo el 42.4% se auto percibe como tal.

Tabla 2 Tendencias del uso del teléfono celular.

VARIABLE	$\bar{X}$	s (n= 38)
Edad de inicio de uso del teléfono celular (años)	13.9	2.4
Tiempo continuo del teléfono celular con cada uso (minutos)	40.0	31.3
Tiempo total de uso al día (minutos)	271.5	156.5

VARIABLE	n	%
Grados de flexión de cuello al usar el teléfono celular		
0°	0	0%
15°	13	34.2%
30°	16	42.1%
45°	7	18.4%
60°	2	5.3%
Presencia de dolor durante el uso del teléfono celular		
Si	24	63.2%
No	14	36.8%
Intensidad de dolor durante el uso del teléfono celular mediante Escala Visual Análoga (EVA)		
Nada	14	36.5%
Leve	11	28.9%
Moderado	10	26.3%
Severo	3	7.9%
Presencia de dolor durante las actividades de la vida diaria		
Si	26	68.4%
No	12	31.5%
Intensidad del dolor durante la realización de actividades de la vida diaria (AVD) mediante Escala Visual Análoga (EVA)		
Nada	12	31.6%
Leve	12	31.6%
Moderado	12	31.6%
Intenso	2	5.3%
Interpretación de la escala Smartphone Adiction Scale (SAS-SV)		
Presencia de adicción	21	55.3%
Ausencia de adicción	17	44.7%
Autopercepción de adicción al teléfono celular del participante		
Se considera adicto	14	42.4%
No se considera adicto	19	57.6%

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario

En el *gráfico 1*, se muestran en orden de mayor a menor, las alteraciones posturales detectadas en los participantes mediante el FOSAC. En la síntesis de los resultados, se puede observar que las alteraciones de mayor proporción fueron la cabeza adelantada con el 73.7.% de los participantes, seguida de hombro izquierdo elevado en 65.8% de los participantes, y, en tercer lugar, con el mismo porcentaje, el hombro derecho elevado y hombro izquierdo protruido con el 39.5% cada uno.

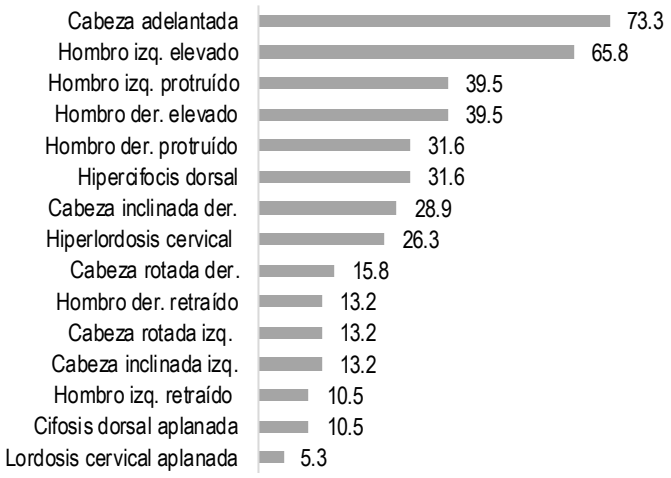


Gráfico 1: Alteraciones Posturales detectadas en los participantes. Fuente: Formato de Observación Sistemática de Alineación Corporal (FOSAC). Elaboración propia.

Se realizaron pruebas de Chi cuadrada de independencia (X^2) para determinar la asociación entre la presencia de dolor durante la utilización del teléfono celular y otras variables en las que se observó significancia estadística, teniendo en cuenta un IC=95%.

Estas pruebas se presentan en la *tabla 3*, donde se aprecia una diferencia significativa de p=0.048 al relacionar esta variable con el uso excesivo del teléfono celular, entendida como más de 4 horas de uso, tomando en cuenta la bibliografía consultada (Wacks & Weinstein, 2021). Del mismo modo, se realizó una prueba de corrección de Yates que arrojó un valor de p=0.020 al analizar la relación entre la correcta flexión del cuello al usar el celular y la presencia de dolor de cuello durante su uso. Además, se observó un OR=0.146 (0.034 - 0.037), lo que indica que el uso del teléfono celular con una flexión de cuello menor a 15° se considera un factor protector para la presencia de cervicalgia.

Por último, se realizó una prueba de Corrección de Yates para analizar la asociación entre la presencia de dolor durante el uso del teléfono celular y la adicción al teléfono celular determinada con la escala SAS-SV, lo que resultó en un valor de p=0.029, evidenciando una asociación significativa entre ambas variables.

Tabla 3 Asociación entre presencia de cervicalgia durante el uso del teléfono celular con las variables que tuvieron significancia estadística.

		Presencia de cervicalgia durante el uso del teléfono		Total
		SI	No	
Uso excesivo del teléfono (>240 min)	Si	18 (75.0%)	6 (42.9%)	24 (63.2%)
	No	6 (25.0%)	8 (57.1%)	14 (36.8%)
Total		24 (100%)	14 (100%)	38 (100%)
** (X^2=3.92, p= 0.048)*				

		Presencia de cervicalgia durante el uso del teléfono		Total
		Si	No	
Correcta flexión de cuello al usar el celular	Si	5 (35.7%)	9 (64.3%)	14 (36.8%)
	No	19 (79.2%)	5 (35.8%)	24 (63.2%)
Total		24 (100%)	14 (100%)	38 (100%)
*(Corrección de Yates= 5.4, p= 0.020) OR=0.146 (0.034 – 0.637)				

		Presencia de cervicalgia durante el uso del teléfono celular		Total
		SI	No	
Adicción al teléfono celular	Si	17 (70.8%)	4 (28.6%)	21 (55.3%)
	No	7 (29.2%)	10 (71.4%)	17 (44.7%)
Total		24 (100%)	14 (100%)	38 (100%)
*(Corrección de Yates=4.7, p= 0.029)				

Fuente: elaboración propia.

Aunque se consideraron 15 alteraciones posturales para su valoración mediante el formato FOSAC, la *Tabla 4* muestra que la única alteración con asociaciones significativas con otras variables es la cabeza adelantada. Al analizar esta variable, que fue la alteración postural más común (presente en el 73.7% de los participantes), no se encontró una asociación significativa con el dolor durante el uso del teléfono celular. Sin embargo, al analizarla junto con el dolor durante las Actividades de la Vida Diaria (AVD), se encontró un valor de p=0.034 al realizar la prueba de Corrección de Yates. De manera similar, se encontró una asociación significativa entre la cabeza adelantada y la adicción al teléfono celular, con un valor de p=0.025.

Tabla 4 Asociación entre cabeza adelantada y otras variables donde se encontraron asociaciones significativas

		Cabeza adelantada		Total
		Si	No	
Adicción al teléfono celular	Si	19 (67.9%)	2 (20.0%)	21 (55.3%)
	No	9 (32.1%)	8 (80.0%)	17 (44.7%)
Total		28 (100%)	10 (100%)	38 (100%)
*Corrección de Yates= 5.02, p=0.025				

		Cabeza adelantada		Total
		Si	No	
Presencia de cervicalgia durante las AVD	Si	23 (82.1%)	4 (40.0%)	27 (71.1%)
	No	5 (17.9%)	6 (60.0%)	11 (28.9%)
Total		28 (100%)	10 (100%)	38 (100%)
*(Corrección de Yates= 4.4, p= 0.034)				

Fuente: elaboración propia.

Discusión.

Considerando los resultados obtenidos en el análisis de datos, se puede afirmar que se cumplió con la hipótesis del investigador, ya que las variables principales mostraron una asociación significativa entre sí. Se evidenció una relación entre la cervicalgia al usar el dispositivo, con las variables uso excesivo del teléfono celular, adicción al dispositivo, y, por último, se encontró que mantener una flexión de cuello adecuada (<15°), actúa como factor protector contra la cervicalgia. Aunque ninguna de las alteraciones posturales estudiadas mostró una relación directa con la flexión de cuello a más de 15° o el uso excesivo del teléfono celular, si se encontró una asociación entre la cabeza adelantada (alteración que se presentó con mayor frecuencia en los participantes), y la interpretación de la escala Smartphone Adiction Scale (SAS–SV), que indica la presencia de adicción al dispositivo, y de manera indirecta, el uso excesivo y dependencia de este.

Un hallazgo significativo que no se buscaba intencionalmente en esta investigación fue la asociación entre la cabeza adelantada y el dolor al realizar las actividades de la vida diaria (AVD). Aunque la presencia de dolor en estas actividades no se relacionó directamente con el uso del teléfono celular ni con las variables principales, es importante

destacar que la cabeza adelantada es un factor de riesgo para experimentar dolor durante las Actividades de la Vida Diaria (AVD). Esta limitación de movilidad en el cuello puede llevar a quienes sufren de cabeza adelantada a desarrollar desgaste en los discos vertebrales y diferentes compensaciones musculares que, a mediano y largo plazo, generan una discapacidad cervical (Harvey et al., 2018).

La mayoría de las investigaciones publicadas sobre este tema se han desarrollado en Europa, como el estudio llevado a cabo por Derakhshanrad et al. en Alemania en 2020, que incluyo trabajadores de oficina como sujetos de estudio. En este se encontró una prevalencia del 30% de dolor cervical entre los 1602 participantes, y a su vez, el 62.9% de los que experimentaron cervicalgia, mostraron una tendencia al uso excesivo del teléfono celular (evaluado mediante la escala SAS-SV). En este estudio, además de las variables mencionadas, se consideró la realización de actividad física mediante una escala y se encontró que aquellos que realizaban actividad física vigorosa y moderada presentaban con menos frecuencia cervicalgia en comparación con aquellos que realizaban actividad leve o nula, lo que sugiere que la actividad física actúa como factor protector contra la cervicalgia, y esta debería ser tomada en cuenta para estudios posteriores.

A pesar de existir estudios que determinan cierta relación entre las variables desarrolladas previamente, también se han publicado algunos que indican la falta de correlación, como el realizado en Italia por Bertozzi et. al en 2019. Esta investigación estudió si el uso del teléfono celular tenía implicaciones en el dolor y la limitación funcional del cuello en estudiantes universitarios, considerando variables como la flexión del cuello, tiempo de uso del teléfono y la discapacidad cervical (evaluada mediante la Escala de Discapacidad Cervical NDI). Se concluyó que no existía asociación significativa entre ninguna de estas variables, a pesar de que el 50.8% de los participantes presentaron cervicalgia (Bertozzi et al., 2021).

Resulta difícil generalizar la asociación entre las variables estudiadas y el uso del dispositivo, especialmente debido a que la mayoría de los estudios se llevaron a cabo en poblaciones europeas, que tienen diferentes hábitos y ritmos de vida en comparación a la población mexicana.

Este estudio no pretende ser contundente en sus resultados, pero refleja de una forma más cercana las tendencias de uso del celular en los mexicanos dentro del rango de edad seleccionado. Se espera que estos hallazgos sirvan como base para futuras investigaciones que puedan estudiar muestras más grandes e incluso incluir variables que también podrían relacionarse con la cervicalgia y las alteraciones posturales, no solo a modo de factor de riesgo como el estrés o la obesidad; sino como factor protector, por ejemplo, la realización de ejercicio físico, estiramientos, pausas activas, la utilización del teléfono con una posición neutra del cuello y el uso de instrumentos que mejoren el agarre del mismo, variables que han sido muy poco estudiadas.

Conclusión.

Los resultados de este estudio indican la existencia de una relación entre el uso del teléfono celular, la adicción al dispositivo y la flexión excesiva de cuello con la cervicalgia, hallazgos que son consistentes con investigaciones previas realizadas en otros países con una población similar.

Una vez que se ha concluido que este es un problema presente en la población de usuarios del Sistema Universitario de Atención en Fisioterapia (SUAF) y que se puede generalizar hacia la comunidad, es fundamental promover y difundir la conciencia sobre la adopción de posturas adecuadas al utilizar el teléfono celular. Asimismo, es importante fomentar un uso consciente y responsable de este dispositivo, por lo que es necesario implementar estrategias de prevención y educación que ayuden a reducir el riesgo de desarrollar cervicalgia y cambios posturales.

La difusión de información sobre la importancia de mantener una buena postura al usar el teléfono celular, así como la sensibilización sobre los riesgos asociados con un uso excesivo y prolongado, son elementos clave en la prevención de la cervicalgia y las alteraciones posturales relacionadas. Además, se requiere el desarrollo de programas educativos que brinden pautas prácticas y consejos sobre cómo

utilizar el teléfono celular de manera saludable, evitando así los efectos negativos en la salud y fomentando el bienestar de los individuos.

La implementación de estas estrategias de prevención y educación debe ser abordadas de manera integral, involucrando a profesionales de la salud, por ejemplo, fisioterapeutas y médicos, así como docentes y padres de familia, con el fin de crear conciencia y promover un cambio de comportamiento en el uso del teléfono celular. Por último, es necesario seguir investigando y profundizando en este tema para comprender mejor los mecanismos subyacentes y desarrollar intervenciones más efectivas.

Referencias bibliográficas.

1. Chandni Clara D'souza, R., Nambiar, R., Joseph S Martis, J., N Rao, S., & Singh, M. (2020). The incidence of persistence cervicalgia among students and the risk factors contributing towards it. Indian Journal of Anatomy and Surgery of Head Neck and Brain, 6(2), 49–52. https://doi.org/10.18231/j.ijashnb.2020.014
2. Derakhshanrad, N., Yekaninejad, M. S., Mehrdad, R., & Saberi, H. (2021). Neck pain associated with smartphone overuse: cross-sectional report of a cohort study among office workers. European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society, 30(2), 461–467. https://doi.org/10.1007/s00586-020-06640-z
3. Eitivipart, A. C., Viriyarojanakul, S., & Redhead, L. (2018). Musculoskeletal disorder and pain associated with smartphone use: A systematic review of biomechanical evidence. Wu Li Chih Liao [Hong Kong Physiotherapy Journal], 38(2), 77–90. https://doi.org/10.1142/S1013702518300010
4. Escalera-Chávez, M. E., & Rojas-Kramer, C. A. (2020). SAS-SV Smartphone Addiction Scale in Mexican university students. Education Research International, 2020, 1–10. https://doi.org/10.1155/2020/8832858
5. Fiebert, I., Kistner, F., Gissendanner, C., & DaSilva, C. (2021). Text neck: An adverse postural phenomenon. Work (Reading, Mass.), 69(4), 1261–1270. https://doi.org/10.3233/WOR-213547
6. Instituto Federal de Telecomunicaciones, secretaria de comunicaciones y Transportes. (2023). ENDUTIH 2022.
7. Kemp, S. (2022, febrero 9). Digital 2022: Mexico. DataReportal – Global Digital Insights. https://datareportal.com/reports/digital-2022-mexico
8. Alsalameh, A. M., Harisi, M. J., Alduayji, M. A., Almutham, A. A., & Mahmood, F. M. (2019). Evaluating the relationship between smartphone addiction/overuse and musculoskeletal pain among medical students at Qassim University. Journal of Family Medicine and Primary Care, 8(9), 2953–2959. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_665_19
9. Iñiguez de la Torre, M. V., & Capdevila García, L. (2018). Valoración del dolor. Revisión Comparativa de Escalas y Cuestionarios. Revista de la Sociedad Española del Dolor. https://doi.org/10.20986/resed.2018.3632/2017
10. Lopez-Fernandez, O. (2017). Short version of the Smartphone Addiction Scale adapted to Spanish and French: Towards cross-cultural research in problematic mobile phone use. Addictive behaviors, 64, 275–280. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2015.11.013
11. Kwon, M., Kim, D.-J., Cho, H., & Yang, S. (2013). The smartphone addiction scale: development and validation of a short version for adolescents. PloS One, 8(12), e83558. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083558
12. Majeed Kutty, N. A. (2019). Text neck: a global epidemic of the modern era. MOJ yoga & physical therapy, 4(1), 14–16. https://doi.org/10.15406/mojypt.2019.04.00060
13. Bertozzi, L., Negrini, S., Agosto, D., Costi, S., Guccione, A. A., Lucarelli, P., Villafañe, J. H., & Pillastrini, P. (2021). Posture and time spent using a smartphone are not correlated with neck pain and disability in young adults: A cross-sectional study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *26*, 220–226. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.09.006

14. Harvey, R., Peper, E., Booiman, A., Cedillo, A. H., & Villagomez, E. (2018). The effect of head and neck position on head rotation, cervical muscle tension, and symptoms. *Biofeedback*, *46*(3), 65–71. https://doi.org/10.5298/1081-5937-46.3.04
15. Samar, H., Latif, A., Ragia, M., Kamel, & Draz, A. H. (2018). Effect of Smartphone Extensive Usage and Gender on Cervical angle. *Current Science International*, *7*(4), 762–767.
16. Namwongsa, S., Puntumetakul, R., Neubert, M. S., & Boucaut, R. (2019). Effect of neck flexion angles on neck muscle activity among smartphone users with and without neck pain. Ergonomics, 62(12), 1524–1533. https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1661525
17. Wacks, Y., & Weinstein, A. M. (2021a). Excessive smartphone use is associated with health problems in adolescents and young adults. Frontiers in psychiatry, 12. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.669042

Ingrediente con potencial bioactivo de semilla de aguacate

Sánchez-Quezada V. & Loarca-Piña F.

Resumen

En México el cáncer de estómago tiene una prevalencia de 10-20 por cada 100,000 personas, siendo el principal factor de riesgo la colonización de *Helicobacter pylori* en el estómago. Por otra parte, la industria del aguacate produce guacamole y aceite, donde la semilla alcanza pérdidas de ~20% del peso total, sin ningún uso industrial aparente. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un ingrediente a partir de semilla de aguacate, evaluando su actividad antimicrobiana *in vitro* contra *H. pylori* y su efecto citotóxico contra células de cáncer de estómago. Se utilizó la fracción acuosa y lipídica de la semilla de aguacate para obtener seis ingredientes tipo emulsión (aceite en agua O/W), presentando una CL_{25} de 21.5 µg de semilla en el modelo de Artemia salina. Se sometió a digestión oral-gástrica *in vitro,* destacando que la fase gástrica 10 se liberan mayores ácidos grasos y disminuye la concentración de compuestos fenólicos aumentando la concentración de lipoperóxidos; mientras que en la fase gástrica 25 se estabiliza el sistema oxido-antioxidante de los ingredientes. El ingrediente inhibió las cepas clínicas y de referencia de *H. pylori*. Se evaluó la citotoxicidad en las células CRL-1739, presentando que la fase gástrica 10 y 120 presentaron menor porcentaje de viabilidad celular y concentración proteica. Por lo que el ingrediente presenta un potencial preventivo contra *H. pylori* y quimioprotector contra cáncer de estómago.

Palabras claves: Ingrediente natural, subproductos de aguacate, cáncer de estómago, economía circular.

Abstract

In Mexico, stomach cancer has a prevalence of 10-20 per 100,000 people, with the main risk factor being the colonization of *Helicobacter pylori*. On the other hand, the avocado industry produces guacamole and oil, where the seed achieves losses of ~20% of the total weight, without any industrial use. This work aimed was to develop an ingredient from avocado seed, evaluating its antimicrobial activity *in vitro* against *Helicobacter pylori* and its cytotoxic effect against stomach cancer cells. The aqueous and lipid fraction of the avocado seed was used to obtain six emulsion-type ingredients (O/W), with an LC_{25} of 21.5 µg of seed by Artemia salina assay. It was subjected to oral-gastric digestion *in vitro*, highlighting that phase gastric 10-minute releases greater fatty acids and decreases the concentration of phenolic compounds, increasing the lipoperoxides concentration; while in phase gastric 25-minute stabilizing the oxidation/antioxidant system. The ingredient inhibited *Helicobacter pylori* strains. Cytotoxicity was evaluated in CRL-1739 cells, showing that phase gastric 10 and 120 minutes presented a lower percentage of cell viability and protein concentration. Therefore, the ingredient has chemopreventive potential against *H. pylori* and chemoprotective against stomach cancer.

Key words: Natural ingredient, avocado by-products, stomach cancer, circular economy.

Introducción

Actualmente la economía circular es la estrategia objetivo para la reducción de subproductos, ya que se busca reutilizarlos con la finalidad de incorporarlos nuevamente a la industria, dándoles un nuevo uso, tal como la obtención de compuestos bioctivos derivados de la industria agro-alimenticia que son una fuente fácil y mucho más barata de extraerlos (Nirmal *et al.,* 2023). En 2022 la producción de aguacate fue de 8.2 millones de toneladas, donde la industria de aceite, guacamole deshidratado, guacamole fresco y cosméticos, desecharon del 16 al 22% del peso total del fruto, generando gran concentración de compuestos orgánicos (Alissa *et al*., 2020). Así mismo, estudios realizados por el grupo de trabajo han destacado que la semilla de aguacate tiene alta concentración de compuestos bioactivos en un estado

sobremaduro a comparación de los frutos inmaduros y maduros (Sánchez-Quezada *et al.,* 2023). Por otra parte, el cáncer de estómago se posiciona en quinto y tercer cáncer de mayor incidencia y muerte en el mundo respectivamente, destacando sus principales factores de riesgo la pronta colonización de *Helicobacter pylori*, el bajo consumo de frutas y verduras, ser de sexo masculino y el nivel socioeconómico y cultural del paciente (Guo *et al*., 2023). Por lo que el desarrollo de estrategias que involucra incorporar compuestos quimiopreventivos de estadios temprano y/o prevención de los factores de riesgo es el enfoque principal de investigación bioactiva y funcional de los alimentos. Por lo que el objetivo de esta investigación fue desarrollar ingredientes quimiopreventivos a partir de los compuestos bioactivos de la semilla de aguacate, como principal residuo de la industria aguacatera, con el fin de evaluar su actividad antibacteriana contra *Helicobacter pylori* como principal factor de riesgo y su actividad citotóxica en células de cáncer de estómago sometidos a través de una simulación oral-gástrica.

Metodología

Desarrollo de los ingredientes: Los ingredientes tipo emulsiones (o/w) fueron formadas con las fracciones seleccionadas de frutos de aguacate *Persea americana* Mill.) donde se extrajo el aceite se semilla de aguacate (ASA) y el extracto acuoso de semilla de aguacate (EA) a las siguientes proporciones: 10:90 (E1), 15:85 (E2), 20:80 (E3), 25:75 (E4), 30:70 (E5), 35:65 (E6), (o/w, v/v) respectivamente, los cuales se homogenizaron a 5000 rpm por 10 minutos con ayuda del Ultraturrax (UltraTurra IKA T18 basic). ISA: ingrediente de semilla de aguacate seleccionado. Todas las muestras fueron almacenadas en tubos ámbar y a -70°C hasta el día de su análisis.

Digestión gastrointestinal oral-gástrica in vitro: Se sometieron a la simulación los ingredientes y las diferentes fracciones utilizando la metodología descrita por Brodkorb *et al*. (2019) con modificaciones y con previa aprobación del comité de bioética (CBQ20/051).

La cualificación y cuantifición de los compuestos fenólicos por HPLC-DAD: se realizó de acuerdo a lo descrito por Sánchez-Quezada *et al.,* 2023.

Capacidad antioxidante por el ensayo de blanqueo de β-caroteno: se determinó utilizando el método descrito por Tan *et al*. (2018) con modificaciones.

La lipoperoxidación se determinó por la concentración del ácido tiobarbitúrico (TBARS): de acuerdo por Gallego *et al*. (2013).

Identificación de ácidos grasos: se realizó acorde a método descrito por el método Jung *et al*. (2019) con modificaciones en las condiciones de masas en modo Scan con m/z inicial de 40.00 y m/z final de 500.00. La identificación de picos se realizó al comparar los tiempos de retención de picos con los estándares de en la biblioteca con el software.

Actividad antimicrobiana contra H. pylori: Catorce cepas de *H. pylori* con diversos genotipos de virulencia y tres cepas de referencia de *H. pylori* (43504, 26695 y J99) se cultivaron utilizando medio de Agar Casman suplementado con 5% de sangre de carnero desfibrilada envejecida de 2 semanas o más, se incubaron por 48 h para su reproducción a 37 °C en una incubadora con atmosfera modificada con 5.0% de CO_2. Una vez observado su crecimiento se realizaron dos pases para sincronizar todas las cepas.

Concentración mínima inhibitoria (MIC): Se colocó 0.5 mL de cada cepa en los pozos del MIC, se inoculó las placas con las muestras y se incubaron por 48 a 72 h a 37 °C con 5% CO_2. Como control positivo se utilizó diferentes concentraciones de claritromicina (Klaricid I.U. 500mg/10mL). Como control negativo se utilizó agua destilada. Resultados se expresan como concentración mínima inhibitoria en µg por mL.

Cultivo celular: Se utilizaron la línea celular de adenocarcinoma gástrica humanas (CRL-1739) con medio DMEM F-12 enriquecido con 10% suero fetal bovino, 100 U/mL de penicilina y 100µg de estreptomicina. Se incubaron a 37°C y 5% de CO_2 con cambio de medio hasta alcanzar la confluencia del 80%.

Proteínas totales por BCA: La cuantificación de proteína se llevó acabo de acuerdo a las especificaciones del método BCA descrito por Thermo Scientific. Los resultados se expresan como µg/mL de BCA interpolados en una curva previa de calibración del ácido bicinconínico (25 a 2000 µg/mL).

Ensayo de la viabilidad celular: para evaluar la citotoxicidad de las muestras se realizó el método de bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT). Brevemente alcanzada la confluencia y el tiempo de tratamiento, se retiró y se adicionó 200 µL de una solución previamente preparada de MTT disuelto en medio EMEM a una concentración de 0.5 mg MTT/mL, hasta la formación de los cristales de formazán, se leyó a 570 nm.

Interacciones in silico: Las interacciones de acoplamiento molecular se realizaron utilizando la metodología descrita por Herrera-Cazares *et al.* (2021) utilizando los Software AutoDock 4.2.6 y BioVia Discovery v.19.1.0.1.18287 (Discovery Studio Visualizer).

Análisis estadístico. Los resultados se expresaron como media ± desviación estándar (DE) y las diferencias estadísticas se determinaron mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron con JMP versión 8.0.

Resultados

Las seis formulaciones de los ingredientes tipo emulsión (o/w) se muestran en la Figura 1, se observa una coloración naranja que se ve incrementado al incrementar la concentración de la fracción lipídica (E6) respecto al ingrediente con mayor concentración del extracto acuoso (E1).

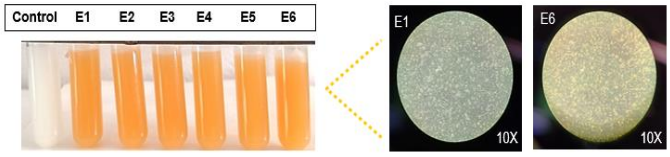
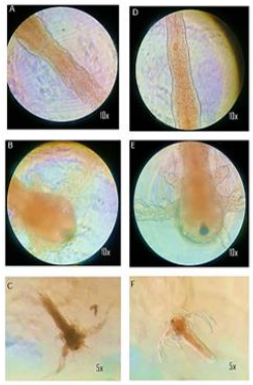


Figura 1. Seis ingredientes desarrollados a partir de la fracción fenólica y lipídica de la semilla de aguacate, y su microfotografía 10x

Una vez obtenidos ingredientes estables y con baja perdida de la capacidad antioxidante a través del tiempo (datos no mostrados), se evaluaron la CL_{50} por el ensayo de Artemia salina de las seis formulaciones, y los controles respectivos, los resultados se muestran en el Cuadro 1. Se observan diferencias significativas ($p<0.05$) entre los ingredientes mostrando un comportamiento dosis-respuesta con respecto a la concentración de aceite de semilla de aguacate, presentado una CL_{50} para E6 de 2388.28 ± 266 µg/mL, lo que representa 62.4% menos que la CL_{50} de E1 (5554.84 ± 103 µg/mL). En cuanto a E4, E5, y E6 no se observan diferencias significativas, mientras que E2 no mostró diferencias significativas con E1 y E3, pero si se presenta diferencias significativas entre E1 y E3.

Cuadro 1. Concentración letal 50 (CL_{50}) de los ingredientes de semilla de aguacate por el ensayo de Artemia Salina.

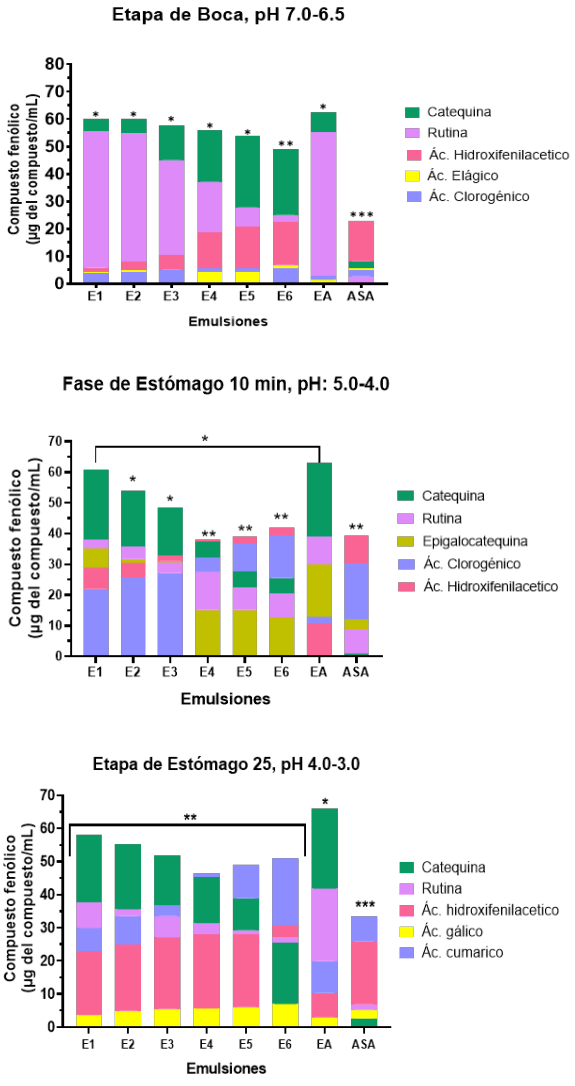
Ingredientes	CL_{50}
E1 *	5554.81 ± 103^{a}
E2 *	5035.21 ± 153^{ab}
E3 *	4319.16 ± 155^{b}
E4 *	3348.38 ± 182^{c}
E5 *	3159.51 ± 101^{c}
E6 *	2388.28 ± 266^{c}
Control	
EASA *	4556.27 ± 363^{b}
CEA *	4984.12 ± 276^{ab}
CEO *	4573.86 ± 368^{b}
AE $^{+}$	3320.83 ± 385^{c}



Los resultados se expresan como µg/mL de tres ensayos biológicos diferentes CASA: control de aceite de semilla de aguacate; CEA: control comercial de aceite de aguacate y CEO: de oliva; EA: extracto acuoso de semilla de aguacate.

Posterior se sometieron los ingredientes a la simulación oral-gástrica y en cada fase se evaluó los cambios de perfil y composición de los ingredientes. Los resultados del cambio en el perfil de los compuestos fenólicos se describen en la Figura 2, donde se observan los cambios por acción del pH (7 a 2), sales, movimiento mecánico y factores incluidos durante la digestión *in vitro*. Durante la etapa de la boca el principal compuesto presente en los ingredientes y el extracto acuoso es la catequina, seguido de la rutina. En la fase gástrica

de 10 min a pH de 4 se observa una disminución significativa en la concentración y perfil de compuestos fenólicos, principalmente en los ingredientes con mayor concentración de ASA (E4, E5, E6), que no presentaron diferencia significativa con ASA. Durante la etapa del gástrica a 25 min de digestión todos los ingredientes desarrollados son estadísticamente diferentes con EA y ASA, presentado modificación en el perfil de los compuestos fenólicos principales en los ingredientes E1, E2 y E3 (catequina > rutina > ác. cumárico > ác. Hidroxifenilacetico > ác. Gálico) con respecto a los ingredientes E4, E5 y E6 (ác. cumárico > catequina > ác. Hidroxifenilacetico > rutina > ác. Gálico). Durante la fase gástrica 120 (G120) se estabilizaron los compuestos fenólicos.



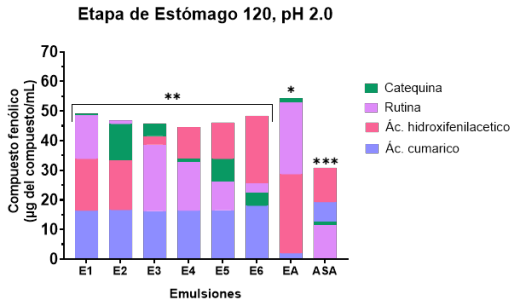
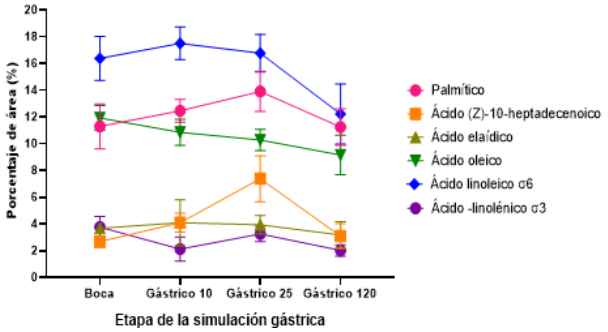


Figura 2 Compuestos fenólicos mayoritarios identificados en los ingredientes desarrollados durante las etapas de la digestión oral-gástrica.

Para el perfil de los ácidos grasos totales durante la digestión oral-gástrica *in vitro* se muestra en la Figura 3**.** En la fase gástrica 25 (G25) se encontró mayor concentración de ácidos grasos total identificados. Se observa una curva con incremento significativo a través de las diferentes fases llegando a fase gástrica 25 como punto máximo, y la cual vuelve a disminuir significativamente en la fase gástrica 120. En las diferentes fases de la digestión oral-gástrica se ve incrementada la liberación de ác. grasos principalmente en la fase del gástrica 25 llegando a un porcentaje máximo de área y pasando a ser los mayoritario: el ác. palmítico (11.26%) > linoleico (10.80%) > heptadecenoico (4.94%), lo que implica un incremento en la liberación por acción de la lipasa gástrica del 215%, 260%, 101%, respectivamente. Por otra parte, en la etapa de gástrica 10 el ácido oleico y linoleico tuvieron su máxima cuantificación con un 6.70% y 11.92% respectivamente, lo que sugiere que estos ácidos grasos en el aceite de semilla de aguacate tienen mayor posición en SN-1 y SN-3.

A)



B)

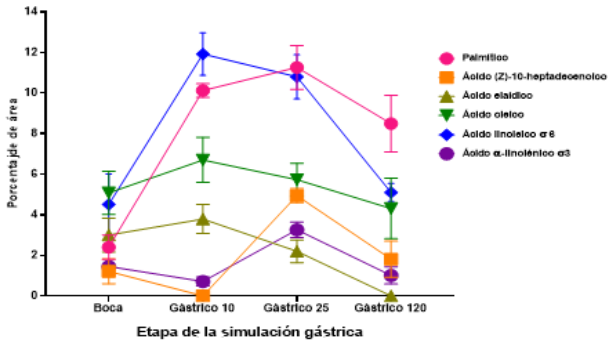


Figura 3. Ácidos grasos identificados en el aceite de semilla de aguacate (ASA) durante las etapas de la digestión oral-gástrica A) Perfil total de los principales ácidos grasos B) Perfil de los principales ácidos grasos libres.

La concentración de lipoperoxido y la capacidad antioxidante se muestra en la Figura 4. Para la capacidad antioxidante por porcentaje (%) BCB, se observa que ASA tuvo un % BCB entre 40 y 60 durante la simulación oral-gástrica, siendo estadísticamente significativo con los ingredientes desarrollados y con el extracto acuoso rico en compuestos fenólicos. Además, los ingredientes tipo emulsión con mayor concentración de aceite de semilla de aguacate (E4, E5 y E6) protegieron entre el 20 y 30% menos que aquellos con mayor extracto acuoso y menor concentración de ASA (E1, E2 y E3). No obstante, no se observaron diferencias significativas entre los ingredientes independientemente de la fase de simulación oral-gástrica. En cuanto a la concentración de lipoperóxidos, la fase oral fue mayor que en las fases gástricas. Los ingredientes E4, E5 y E6 no tuvieron diferencias significativas (p<0.05) con respecto a ASA, alcanzando una concentración de hasta a 5.5 µM/mL durante la fase gástrica. En la fase gástrica 10, el ingrediente E1 mostró no tener diferencia significativa con el extracto acuoso rico en fenoles presentando una concentración de lipoperoxidación de <2.5µM/mL; debido a la concentración de compuestos fenólicos presentes en el extracto acuoso. Por otro lado, se observa una diminución en los ingredientes tipo emulsión principalmente en los ingredientes con mayor concentración de ASA a comparación de la fase oral. Derivado a los resultados se seleccionó el ingrediente E3 para continuar la investigación.

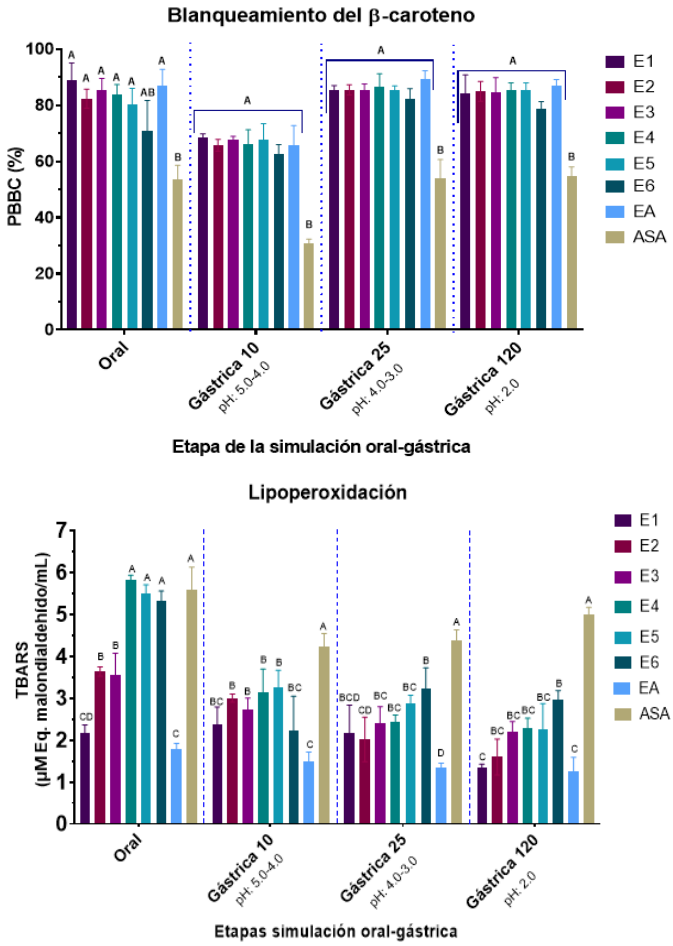


Figura 4 Capacidad antioxidante y generación de compuestos de oxidación de lípidos de los ingredientes de semilla de aguacate generados durante la digestión oral-gástrica.

Posteriormente se evaluó la concentración mínima inhibitoria (MIC) contra cepas de *H. pylori* los resultados se muestran en el Cuadro 2. Donde se observa que el extracto acuoso rico en compuestos fenólicos fue el que presentó una mayor concentración en el MIC, sin embargo, las cepas 116-1, 116-4 y 4-3 presentaron menor concentración inhibitoria con 15.38 µg de semilla por mL de extracto. Además, se sugiere que los compuestos fenólicos pueden inhibir a los fenotipos resistentes a metronidazol. Para la misma muestra la sensibilidad más baja para este extracto la presentó las cepas 26695 (cepa de referencia

ATCC)) y 12HP con una concentración mínima inhibitoria de 66.67 µg/mL. Para el aceite de semilla de aguacate la MIC fue la más baja [2.59 µg/mL] con respecto a los otros extractos evaluados, lo que indica que las cepas de *H. pylori* son mucho más sensibles a los compuestos lipofílicos que a los compuestos fenólicos. El ingrediente E3 presentó una concentración mínima inhibitoria de 3.08 µg de semilla por mL de emulsión para todas las cepas de *H. pylori* independiente de su genotipo o fenotipo de virulencia

Cuadro 2. Concentración mínima inhibitoria de las cepas de *Helicobacter pylori* del ingrediente desarrollado.

Cepas	ISA	EA	ASA	Control
43504	3.08	56.57	2.59	0.03
26695	3.08	66.67	2.59	0.065
J99	3.08	51.52	2.59	0.065
116-1	3.08	15.38	2.59	0.015
116-2	3.08	15.38	2.59	0.065
116-4	3.08	29.37	2.59	0.065
12HP	3.08	66.67	2.59	64
4-3	3.08	15.38	2.59	0.015
1-1	3.08	22.37	2.59	0.015
7-3	3.08	56.57	2.59	0.015
17	3.08	29.37	2.59	0.065
110	3.08	36.36	2.59	0.065
124-4	3.08	36.36	2.59	0.065
20A2	3.08	36.36	2.59	0.065
20A5	3.08	56.57	2.59	0.065
10-3	3.08	51.52	2.59	0.065
10-4	3.08	56.57	2.59	0.065

Los resultados se expresan como µg/mL de tres ensayos biológicos diferentes. ISA: ingrediente E3; EA: extracto acuoso rico en compuestos fenólicos; ASA: aceite de semilla de aguacate; Control: claritromicina

Para capacidad antibacteriana del ingrediente y extractos a través de la digestión oral-gástrica se evaluó contra la cepa de referencia de *H. pylori.* Dentro de los resultados observamos que el control negativo no logro inhibir el crecimiento de ninguna cepa mientras que la claritromicina (control positivo) logró inhibir el 100% de las cepas a la concentración de corte encontrado en el MIC, esto garantiza la sensibilidad, y correcta ejecución metodológico, realizándose por duplicado. Mientras que el extracto acuoso (EA) durante la fase oral se observa que logro inhibir el 55% del número de cepas, teniendo de característica principal que las cepas que no logó inhibir su crecimiento pertenecían a un mismo paciente (cepas 116), además de los pools. EA presentó diferencia significativa del porcentaje de inhibición que ASA y el ingrediente (E3) siendo la muestra con menor porcentaje de inhibición en la fase oral, sin embargo, este comportamiento se presentó de igual forma en las fases gástricas 10, 25 y 120, disminuyendo desde la fase oral a la fase gástrica 120 minutos un 20 %. Para el ingrediente tipo emulsión (E3) se observa el mismo comportamiento que ASA, teniendo su máxima inhibición en la fase gástrica 10, durante la etapa de digestión lograron inhibir el crecimiento del 50 al 90% de las cepas analizadas sin especificidad en factores de virulencia.

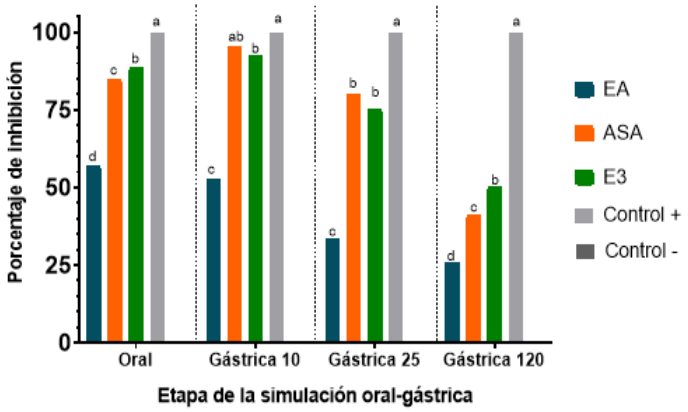


Figura 5 Porcentaje de inhibición de las cepas de *Helicobacter pylori* durante la digestión oral-gástrica.

Para proponer un posible mecanismo de acción antibacteriano de los ingredientes se realizó un *in silico* cuyo mecanismo (Figura 6) sugiere que los compuestos fenólicos están involucrados en los mecanismos de adhesión y supervivencia de la bacteria e indirectamente en el huésped y el medio ambiente; por lo que el mecanismo antibacteriano estaría modificando sus mecanismos de defensa y colonización. Mientras que, los compuestos lipídicos tienen menor interacción con las dianas, por tanto, su mecanismo antibacteriano podría estar relacionado con la porosidad de la membrana externa.

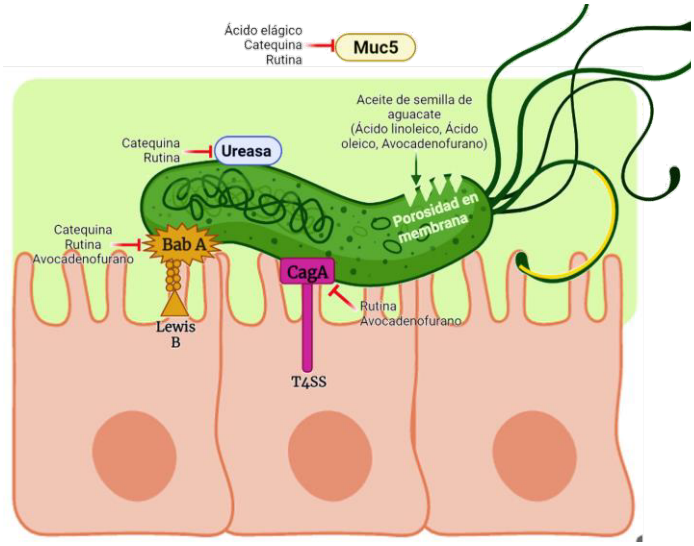


Figura 6. Mecanismo propuesto de inhibición contra *Helicobacter pylori*

Para finalizar el proyecto se evaluó la citotoxicidad en línea celular de cáncer de estómago del ingrediente y controles durante la digestión oral-gástrica. Se observa para las muestras que la concentración utilizada durante la simulación gástrica de 6 mL (CL_{25}: ingrediente de semilla de aguacate (21.5µg de semilla), aceite de semilla de aguacate (8.5µg de aceite) y extracto acuoso rico en compuestos fenólicos (66.67µg de semilla)) presenta el máximo de citotoxicidad (Figura 7). Donde la viabilidad para el ingrediente tipo emulsión de semilla de aguacate es independiente de la fase de la digestión presentando menos del 50% de viabilidad, donde el mínimo de viabilidad fue en las fases G10 y G120 sin diferencias significativas entre ellas, sin embargo, en la fase G25 se observa un incremento significativo en la viabilidad. Para el aceite de semilla de aguacate se observa un incremento de la fase G10 a la fase G25 y G120 siendo no presentando diferencias significativas entre estas últimas dos etapas, este incremento se relaciona con la estabilidad molecular principalmente de los ácidos grasos libres (observado en anteriores resultados) que probablemente estén saturando el sistema celular y por lo tanto se observa ese incremento significativo de la viabilidad en la fase G25 y G120. En cuanto a la concentración de proteína se observa el mismo comportamiento que en el gráfico de viabilidad.

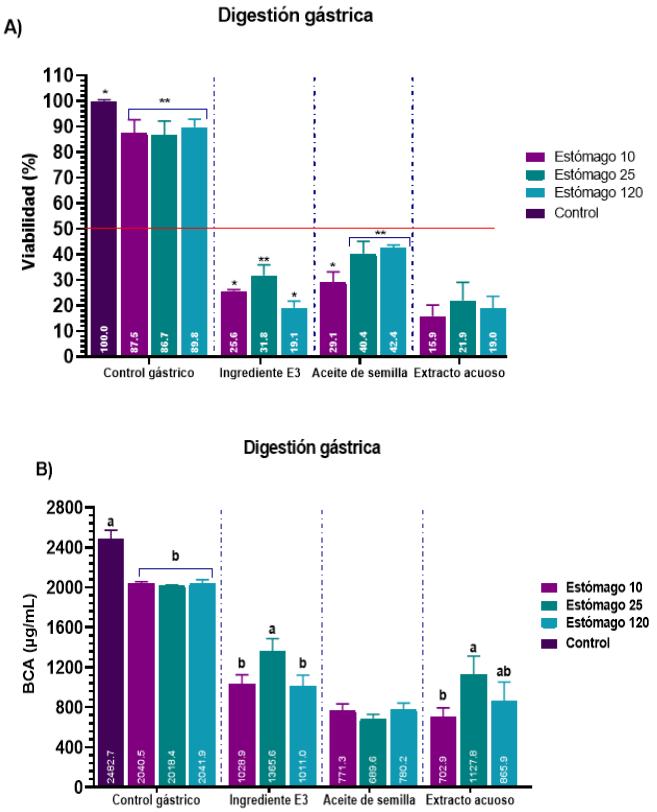


Figura 7 Efecto dosis-respuesta de las muestras durante fases de la digestión gástrica en la línea celular CRL-1739 de tres experimentos biológicos independientes; diferentes letras minúsculas representan significancia estadística entre fases por la prueba de Tukey ($P < 0.01$). A) porcentaje de viabilidad por el ensayo de MTT B) Concentración de proteína total por el ensayo de BCA.

Discusión y conclusiones

El perfil fenólico de los ingredientes tipo emulsión de semilla de aguacate en las diferentes fase oral-gástrica, son los primeros descrito hasta el momento. Adicionalmente, los resultados obtenidos de los cambios en los flavonoides y ácidos fenólicos son derivados de la acción enzimática, pH, temperatura, electrolitos, agitación y tiempo, presentando bioaccesiblilidad y posiblemente presentar mayor bioactividad que extractos convencionales. Por lo que los ingredientes desarrollados ayudarán a prevenir las enfermedades estomacales que causan úlceras, inflamación, colonización por *H. pylori* y cáncer de

estómago debido a la actividad antioxidante, gracias a la presencia y concentración de los compuestos fenólicos (Ardalani *et al*., 2020) durante todas las etapas gástricas en todos los ingredientes tipo emulsión de semilla de aguacate formulados.

Para los cambios de ácidos grasos libres y totales durante la digestión oral-gástrica se encontró que los cambios observados se podrían atribuirse a que los ácidos grasos monosaturados tiene afinidad por estar en la posición SN-3 (en los monoglicéridos, diacilglicéridos y triacilglicéridos) liberándose por acción de la lipasa y por lo tanto incrementando su cuantificación (Wang *et al*., 2019) lográndose identificar gracias al tipo de metalización utilizada. Actualmente se conoce que la lipasa gástrica únicamente hidroliza del 20 al 30 % de los ácidos grasos unidos a triglicéridos, diacilgliceridos y monoglicéridos debido a su ataque principalmente a SN-3 y mínimo a SN-1, mientras que la lipasa pancreática logra hidrolizar más del 50% en posición SN-2 (Liu *et al.,* 2023), lo que abre a campos de oportunidad para el estudio e investigación de los cambios en las fases de digestión intestinal y colónica, y se hipotetiza que existirá un incremento en los ác. grasos poliinsaturados llevando a tener un efecto benéfico al consumidor en intestino delgado y colon. Por su parte los ácidos grasos no identificados podrían ser de naturaleza tipo acetogeninas que son abundantes principalmente en pulpa y semilla de aguacate.

Para el ensayo de Artemia salina se ha descrito que el grado de toxicidad de extractos está definido entre rangos de CL_{50} clasificándolos en: muy alta toxicidad (CL_{50}<10 µg/mL), muy tóxico (10< CL_{50}<100), toxicidad moderada (100< CL_{50}<1000) y no toxico (CL_{50}>1000 µg/mL) (Ntungwe *et al.,* 2020). Por lo anterior se llegó a que ninguna de los ingredientes presenta citotoxicidad ya que superan la concentración establecida para el modelo, clasificándose los ingredientes y los controles como no tóxicos para consumo en mamíferos. Akhalwaya *et al.* (2018) utilizaron el ensayo de Artemia salina para establecer las concentraciones tóxicas para hojas, tallos y del aceite esencial de plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades bucales. Los extractos y aceites esenciales fueron seleccionados cuando presentaban una inhibición mínima mayor a 1 mg/mL, donde se concluyó que las hojas, tallos y aceites esenciales son altamente tóxicos con valores de CL_{50} de 132µg/mL, 126 µg/mL y 194 µg/mL, respectivamente.

Para la capacidad antioxidante se destaca que la etapa de G25 y G120 no se observó diferencias significativas entre ingredientes y el extracto acuoso rico en compuestos fenólicos, teniendo una capacidad de inhibición del blanqueamiento de más del 70%. Danet, (2021) concluyó que extractos con alta capacidad antioxidante logran proteger más del 60 % del IBC. Por lo tanto, se considera que todos los ingredientes de tipo emulsión durante la digestión oral-gástrica tienen una alta capacidad antioxidante, excepto el aceite de semilla de aguacate que no alcanzó este porcentaje de inhibición. Los resultados de los ingredientes desarrollados durante la simulación de digestión oral-gástrica son importantes porque los compuestos fenólicos reducen la oxidación, proporcionando estabilidad y capacidad antioxidante en el medio, otorgando propiedades bioactivas y destacando la biaccesibilidad de los compuestos fenólicos de los ingredientes durante la digestión oral-gástrica. En cuanto a la concentración de lipoperoxidos la concentración encontrada es baja para sistemas con compuestos lipofílicos que alcanzan 4 veces mas que lo obtenido. Por los que los resultados confirman que la presencia de compuestos fenólicos, en sistemas coloidales (o/w) como lo son los ingredientes tipo emulsión protegen contra la oxidación principalmente en la fase gástrica, teniendo estabilidad ideal para su incorporación en sistemas alimentarios. Cabe destacar que hasta el momento y hasta lo revisado en la literatura no existe estudios previos al respecto. Sin embargo, se eligió el desarrollo E3 (30:70; o/w) para continuar con el desarrollo de proyecto, debido a que fue el de mayor perfil bioactivo y capacidad antioxidante *in vitro* vs la concentración de aceite presente.

En búsqueda de nuevas alternativas antimicrobiana derivados de compuestos naturales es necesario que concentraciones menores de inhibición, así como sensibilidad a los diferentes factores de virulencia, por lo tanto, el extracto rico en compuesto fenólico no cumplió con estas dos características para *H. pylori* (MIC ≥ 8 µg/mL) en comparación con claritromicina, ASA y el ingrediente E3. Adicional a ello se ha descrito que los compuestos fenólicos inhiben en la bacteria la ureasa y catalasa, poniendo en un estado de latencia a la bacteria, por lo que la inhibición puede ser a lo largo del tiempo (Kaewkod *et al*., 2021).

Todos genotipos observados en estas cepas se consideren de mayor virulencia y prevalencia en México, asociados a las ulcera infantil y a factor de riesgo en cáncer de estómago (Aziz *et al*., 2022). Por lo que la actividad antimicrobiana contra *H. pylori* en el ingrediente está dada por la concentración de aceite, no así a los compuestos fenólicos del extracto acuoso. Se ha descrito que los aceites esenciales inhiben el crecimiento de *H. pylori* induciendo alteraciones morfológicas y metabólicas en la membrana de *H. pylori* (Aziz *et al*., 2022), mientras que los ácidos grasos poliinsaturados han mostrado actividad antibacteriana mediante fragmentación de la membrana externa de *H. pylori* (generación de poros) y mediante la disminución de la tensión superficial (alteración en la superficie celular), siendo los de mayor efecto antibacteriano contra *H. pylori in vitro* el Docosahexanoico (22:6)> Linoleico (18:3)> oleico (18:1), > Miristico (14:0) (Kaewkod *et al*., 2021).

La colonización de *Helicobacter pylori* resalta por tener 30 minutos una vez que llega al estómago y antes de iniciar el vaciamiento para poder llegar al recubrimiento epitelial y posterior llegar al epitelio gástrica e inicial la colonización (Benktander *et al*., 2018). Por lo que los primeros 30 minutos de digestión en el estómago son los que estará en mayor contacto con EA y ASA por lo que al presentar una capacidad de inhibir el crecimiento del 75 a 90% durante la fase G10 y G25 de las cepas evaluadas y a la concentración CL_{25} (segura en el ensayo de citotoxicidad), por lo que se sugiere que los ingredientes desarrollos evitarán que *Helicobacter pylori* llegue a las etapas de colonización y adhesión al hospedero, y ejerzan la actividad antimicrobiana principalmente el aceite de semilla de aguacate hasta la fase G25 que fue evaluado y relacionando con los resultados anteriores en esta etapa se conserva la capacidad antioxidante y no se genera concentración importante de oxidación de lípidos. Siendo la fase G25 el puto clave para obtener mayor actividad biológica en la prevención del cáncer de estómago inducido por *Helicobacter pylori*. Además, posiciona al ingrediente E3 como una alternativa segura para la prevención de la colonización y posterior inflamación del epitelio gástrica, para ser incorporado en matrices alimentarias, suplementos o vehículos de fármacos. Actualmente no se tiene evidencia de reportes previos en este tipo de matrices ni con la gran variedad de genotipos de *Helicobacter pylori*, por lo que el desarrollo puede usarse en la industria alimentaria y/o farmacéutica a una concentración segura y garantizando más del 50% de inhibición de *Helicobacter pylori* aun durante el proceso de digestión oral-gástrica, donde se dan cambios importantes en el perfil de compuestos principales por acción enzimática, sales, temperatura y pH.

Por su parte los resultados obtenidos que evalúa la citotoxicidad en CRL-1739 en compuestos lipolíticos, fenólicos y del ingrediente desarrollado sometidos a una simulación de las diferentes fases gástrica clave son los primeros hasta el momento en ser reportados, donde la concentración citotóxica fue baja a comparación a la concentración mínima inhibitoria para *H. pylori* y para la CL_{25} en el ensayo de Artemia salina. Por lo anterior se describe que el ingrediente puede tener un efecto quimiopreventivo o durante las primeras etapas en el desarrollo del adenocarcinoma gástrico, describiendo la fase G25, como clave en el mecanismo de sobrevivencia de las células transformadas y tiene actividad anti-*Helicobacter pylor*i a dosis menores encontradas en el ensayo de toxicidad del ingrediente.

Referencias bibliográficas

Alissa, K., Hung, Y. C., Hou, C. Y., (2020). Developing new health material: The utilization of spray drying technology on avocado (*Persea Americana* mill.) seed powder. Foods, 9(2), 139 https://doi.org/10.3390/foods9020139

Aziz, S., Rasheed, F., Akhter, T. S., Zahra, R., & König, S. (2022). Microbial Proteins in Stomach Biopsies Associated with Gastritis, Ulcer, and Gastric Cancer. Molecules, 27(17), 5410.

Benktander, J., Barone, A., Johansson, M. M., & Teneberg, S. (2018). *Helicobacter pylori* SabA binding gangliosides of human stomach. Virulence, 9(1), 738-751. https://doi.org/10.1080/21505594.2018.1440171

Brodkorb, A., Egger, L., Alminger, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., & Recio, I. (2019). INFOGEST static *in vitro* simulation of gastrointestinal food digestion. Nature protocols, 14(4), 991-1014, https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1.

Danet, A. F. (2021). Recent advances in antioxidant capacity assays. Antioxidants-Benefits, Sources, Mechanisms of Action. https://doi.org/10.5772/intechopen.96654

Gallego, M. G., Gordon, M. H., Segovia, F. J., Skowyra, M., & Almajano, M. P. (2013). Antioxidant Properties of Three Aromatic Herbs (Rosemary, Thyme and Lavender) in Oil-in-Water Emulsions. Journal of the American Oil Chemists' Society, 90(10), 1559–1568. doi:10.1007/s11746-013-2303-3

Guo, Y., Cao, X. S., Zhou, M. G., & Yu, B. (2023). Gastric microbiota in gastric cancer: Different roles of *Helicobacter pylori* and other microbes. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12, 1975 https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.1105811

Herrera-Cazares, L. A., Luzardo-Ocampo, I., Ramírez-Jiménez, A. K., Gutiérrez-Uribe, J. A., Campos-Vega, R., & Gaytán-Martínez, M. (2021). Influence of extrusion process on the release of phenolic compounds from mango (Mangifera indica L.) bagasse-added confections and evaluation of their bioaccessibility, intestinal permeability, and antioxidant capacity. Food Research International, 148, 110591. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110591

Jung, J. M., Oh, J. I., Kwon, D., Park, Y. K., Zhang, M., Lee, J., & Kwon, E. E. (2019). Synthesis of fatty acid methyl esters via non-catalytic transesterification of avocado oil with dimethyl carbonate. Energy Conversion and Management, 195, 1-6.

Kaewkod, T., Wangroongsarb, P., Promputtha, I., & Tragoolpua, Y. (2021). Inhibitory efficacy of Camellia sinensis leaf and medicinal plant extracts on *Helicobacter pylori* standard and isolate strains growth, urease enzyme production and epithelial cell adhesion.

Liu, M., Liang, J., Jing, C., Yue, Y., Xia, Y., Yuan, Y., & Yue, T. (2023). Preparation and characterization of Lycium Barbarum seed oil Pickering emulsions and evaluation of antioxidant activity. Food Chemistry, 405, 134906, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134906

Nirmal, N. P., Khanashyam, A. C., Mundanat, A. S., Shah, K., Babu, K. S., Thorakkattu, P., ... & Pandiselvam, R. (2023). Valorization of Fruit Waste for Bioactive Compounds and Their Applications in the Food Industry. Foods, 12(3), 556. https://doi.org/10.3390/foods12030556

Sánchez-Quezada, V., Gaytán-Martínez, M., Recio, I., & Loarca-Piña, G. (2023). Avocado seed by-product uses in emulsion-type ingredients with nutraceutical value: Stability, cytotoxicity, nutraceutical properties, and assessment of *in vitro* oral-gastric digestion. Food Chemistry, 421, 136118; https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136118

Tan, C. X., Chong, G. H., Hamzah, H., & Ghazali, H. M. (2018). Characterization of virgin avocado oil obtained via advanced green techniques. European Journal of Lipid Science and Technology, 120(10), 1800170. https://doi.org/10.1002/ejlt.201800170

Wang, J., Wang, A., Zang, X., Tan, L., Xu, B., & Chen, H. (2019). Physicochemical, functional and emulsion properties of edible protein from avocado (*Persea americana* Mill.) oil processing by-products, Food chemistry; 288(February), 146–153. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.098

Herramienta biológica para controlar la marchitez vascular en tomate

Mendoza Jiménez Daniel[1], Reyes Pool Héctor Paul [2], Abraham Juárez María del Rosario[3], Delgado Virgen Francisco Javier[4], Esquivel Naranjo Ulises[1] Landeros Jaime Fidel[1] y Cervantes Chávez José Antonio[1]. [1]Laboratorio de Biología Molecular de Microorganismos Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto. [2]Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto. [3]Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Irapuato, Gto. [4]Tecnológico Nacional de México, Colima
Dmendoza21@alumnos.uaq.mx,
jose.antonio.cervantes@uaq.mx

Resumen

El marchitamiento vascular en tomate es una enfermedad causada por el hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum*, siendo la principal enfermedad. Su control es a través del manejo con agroquímicos, sin embargo, una alternativa sustentable con el medio ambiente es la implementación del control biológico, dado que por el uso desmedido de agroquímicos sus residuos se filtran a través del suelo, contaminan mantos freáticos y dañan al ecosistema. En la presente investigación se evaluó *in vitro* la capacidad inhibitoria del crecimiento de *F. oxysporum* por parte de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) aisladas de una huerta de fresa. Para evidenciar que son PGPR se determinaron sus mecanismos promotores de crecimiento y defensa en planta. Además, se evaluó su compatibilidad para establecer dos consorcios (DM1 y DM2) y así analizar su efecto inhibitorio en conjunto, para esto se empleó la técnica de antibiosis, y producción de compuestos volátiles, los datos obtenidos mostraron inhibición del crecimiento de *F. oxysporum* superior al 85%. Posteriormente se evaluó su capacidad promotora del crecimiento en cultivo de tomate y su efecto bioprotector contra *F. oxysporum*, el resultado reveló una protección superior al 80%, en cuanto al desarrollo de la planta se observó una aceleración en su ciclo fenológico (floración, fructificación, desarrollo vegetativo). Nuestros resultados evidencian que DM1 y DM2 funcionan como agentes de control biológico y promotores del crecimiento vegetal, representando una herramienta biotecnológica para introducirse en invernadero y evitar pérdidas económicas generadas por *F. oxysporum*, disminuyendo gastos de operación y reduciendo la generación de desechos contaminantes.

Palabras clave: *Fusarium oxysporum*, marchitez vascular del tomate, bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR).

Abstract

Tomato vascular wilt is a disease caused by the phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum*, being the main disease of the crop. Its control is through agrochemical management; however, an environmentally sustainable alternative is the implementation of biological control due to the unconscious use of agrochemicals because their residues leach through the soil, contaminate groundwater and damage the ecosystem. In the present research, the growth inhibitory capacity of *F. oxysporum* by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) isolated from a strawberry orchard was evaluated in vitro, to prove that they are PGPR, their growth-promoting and plant defense mechanisms were determined. In addition, the compatibility between them was evaluated to establish two consortia (DM1 and DM2) to analyze their inhibitory effect together, using the technique of antibiosis and production of volatile compounds, the data obtained showed inhibition above 85%. Subsequently, their growth promoting capacity was evaluated in tomato crops and their bioprotective effect against *F. oxysporum*, the result revealed a protection of more than 80%, in terms of plant development, an acceleration in its phenological cycle (flowering, fruiting, vegetative development) was observed. Our results show that DM1

and DM2 function as biological control agents and plant growth promoters, representing a biotechnological tool to be introduced in greenhouses and avoid economic losses generated by *F. oxysporum*, reducing operating costs and reducing the generation of pollutant waste.

Key words: *Fusarium oxysporum,* tomato vascular wilt, *plant growth-promoting bacteria*.

Introducción

El sembradío de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los cultivos hortícolas que se producen en condiciones de agricultura protegida en el estado de Querétaro con mayor interés en el ámbito de la exportación, la producción en invernadero representa gran atractivo, especialmente para aquellos cultivos destinados preferentemente a los mercados internacionales que exigen calidad y pagan precios más elevados.

En 2022 se cultivó en México 48 mil 42 hectáreas, sin embargo, se obtuvo una producción de 3 millones 324 mil toneladas, 1.4% menos respecto del año anterior. Querétaro es el undécimo productor de tomate rojo en México; su producción le permite dominar el arancel de 17.5% (Agroalimentario, 2023.).

La agricultura es, sin duda, el sector más vulnerable de los países menos desarrollados desempeña un papel fundamental para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria que conllevan al crecimiento económico. Se estima que los hongos son la principal amenaza para este cultivo, debido a su requerimiento hídrico provocando pérdidas de hasta un 65%, los agentes causales más comunes pertenecen a los *géneros Alternaria, Fusarium, Botrytis, Geotrichum, Penicillium* y *Sclerotinia*. Estos hongos son responsables de causar una pérdida considerable a nivel global (Dirección general de sanidad vegetal, 2022) (Dirección general de sanidad vegetal, 2022).

El hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* es el agente causal de la marchitez vascular del tomate, devasta el cultivo hasta en un 60%. En condiciones de invernadero los signos llegan a ser más evidentes hasta las etapas de floración y llenado de frutos. El proceso de infección comienza cuando las hifas del hongo crecen y forman una red alrededor de los pelos radicales, ubicando los puntos de penetración en la unión de las células epidermales, atraviesa el córtex y avanza hasta el sistema vascular (xilema), el cual usa para penetrar la planta con la proliferación de sus hifas y microconidias. Estas estructuras dentro de los vasos del xilema, sumadas a secreciones de polisacáridos y enzimas pectinolíticas reducen o bloquean el flujo de agua y nutrientes en la planta (Carmona et al., 2020).

El uso de agroquímicos para contrarrestar el ataque por agentes fitopatógenos es una técnica muy común en la agricultura, sin embargo, esto ha llevado a tener suelos, y mantos acuíferos contaminados con residuos químicos que son recalcitrantes a su eliminación, esta es la razón por la que se opta por un manejo biológico como alternativas que permitan contrarrestar el problema de la contaminación e incrementar la producción. Recientemente, el uso de microorganismos beneficiosos como herramientas biológicas que permitan controlar o erradicar enfermedades y plagas de las plantas, se ha convertido en una alternativa viable a los plaguicidas químicos en la agricultura. Su implementación se sugiere para el control de hongos y bacterias fitopatógenas, empleando organismos benéficos como lo son las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), entre estas encontramos los géneros *Pseudomonas, Bacillus, Pantoea, Klebsiella, Achromobacter* etc (Gu et al., 2020).

Las PGPR son un grupo muy importante de microorganismos, que colonizan principalmente las raíces de las plantas, su importancia se debe principalmente a su capacidad para promover su crecimiento dado que presentan varias actividades metabólicas como son: solubilización de fosfatos y potasio, producción de ácido indol acético, fijación de nitrógeno. Como agentes de bio-control: producen

sideróforos, ácido cianhídrico, compuestos volátiles (COVs), enzimas líticas: quitinasas y glucanasas. El establecimiento de varias PGPR es llamado consorcio, éste posee un mayor efecto en la promoción del crecimiento, tanto en la defensa en la planta contra agentes fitopatógenos, en comparación que el uso individual de bacterias (Lu, 2021).

La aplicación de consorcios microbianos se enfoca en albergar diversas combinaciones de microorganismos con diferentes características tanto de promotoras de crecimiento como para controlar al fitopatógeno, de tal manera que se logre un efecto robusto (Ghoghari et al., 2022). Los consorcios microbianos también comprenden cepas que tienen el mismo modo de acción, pero toleren diferentes condiciones ambientales o que sean capaces de llevar a cabo interacciones positivas en función del genotipo de plantas.

Para realizar este trabajo se utilizaron muestras de suelo de una huerta de fresa con manejo orgánico, se recuperaron varias bacterias y se determinó su capacidad para inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos. Posteriormente se determinó su efectividad para antagonizar el crecimiento de *F. oxysporum*, para proceder a la elaboración de consorcios y analizar su efecto promotor de crecimiento en planta de tomate, así como bioprotector en plantas de tomate retadas con *F. oxysporum*.

Metodología

Aislamiento de las PGPR

Se realizó un muestreo en un huerto de fresa con manejo orgánico en la localidad de La Calera en el municipio de Irapuato, Guanajuato. De la zona de la rizósfera se procedió a realizar el aislamiento de bacterias por la técnica de dilución, las cuales se conservaron a -80 °C en el ultra congelador hasta posteriores experimentos.

Identificación de mecanismos de acción

Para conocer los diversos mecanismos de acción que ejecuta cada una de las PGPR se procedió a realizar las pruebas bioquímicas correspondientes: solubilización de fosfatos por el método de Pikovskaya, solubilización de potasio por el método de Aleksandrov, producción de INDOL (reactivo de Kovacs), producción de HCN por la reacción de viraje entre el ácido pícrico-carbonato de sodio y el HCN producido. Con base a los resultados obtenidos se realizó un diagrama de Venn para conocer la relación entre ellas y determinar cuáles son las que en conjunto reúnen mayor cantidad de características deseables (González-Ista et al., 2023; Tang et al., 2020).

Identificación molecular de las PGPR

Se realizó la extracción de DNA de las PGPR por el método de fenol-cloroformo, se amplificó el gen 16S ribosomal (1500 pb) usando los cebadores sentidos: (AGRGTTTGATCMTGGCTCAG), y reverso (GGTTACCTTGTTACGACTT). El fragmento amplificado se procesó para ser secuenciado por el método de Sanger en Langebio, Cinvestav-Irapuato. Finalmente, con análisis bioinformático (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/, https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi, Mesquite Starter, Paup4) se determinó la identidad de las PGPR y su relación filogenética (Lotfi & Soleimani, 2022).

Evaluación de la compatibilidad entre las PGPR para la formación de consorcios bacterianos

Para determinar el no antagonismo entre las bacterias de interés se utilizó la técnica de Kirby Bauer. Se crecieron las PGPR de manera individual en caldo nutritivo por 24 h con agitación constante (150 rpm), se ajustó su densidad óptica (D.O.) a 0.20 y 1 respectivamente a una λ=600 nm en el espectrofotómetro. Se colocó en una placa de agar Müller Hilton 200 µL de una PGPR de interés ajustada a una DO 0.2, se distribuyó de manera uniforme por toda la placa con un hisopo estéril de tal forma de obtener un tapete de crecimiento de la bacteria. Enseguida se colocaron discos de papel filtro de 0.5 cm de diámetro estériles de manera uniforme por toda la placa, a cada uno se le colocó 15 µL de cada una del resto de las PGPR ajustadas a DO de 1. Las placas se

incubaron a 28 °C por 24 h a 48 h. Esta prueba se realizó para cada una de las PGPR (Gefen et al., 2017).

Elaboración de los consorcios de PGPR

Para la elaboración de los consorcios de PGPR se crecieron de manera individual cada una de las bacterias en caldo nutritivo por 24 h a 28 °C a 150 rpm, se ajustó la densidad óptica de cada una de ellas a (DO_{600nm}=1), se formaron los consorcios en una relación 1:1 de cada una de las PGPR. Y se aplicaron en el tratamiento correspondiente.

Pruebas de antagonismo en contra de *F. oxysporum*

- **Antibiosis**

En una placa de PDA recubierta con un disco de celofán estéril se inoculó 160 µL del consorcio, con un hisopo estéril se estrió por toda la superficie de la placa, se incubó por 96 h a 28 °C. Posteriormente, se retiró el disco de celofán, al centro de la placa se colocó un disco de micelio de *F. oxysporum,* las placas se incubaron a 28 °C por 10 días, pasado el tiempo de incubación se comparó el diámetro de la colonia del tratamiento contra el control la cual se colocó en una caja de PDA nueva. El experimento se realizó por triplicado. Los datos obtenidos para cada uno de los ensayos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p<0.0001$) (Slama et al., 2019).

- **Compuestos volátiles (COVs)**

Se utilizaron cajas de Petri divididas. En la sección A se colocó agar nutritivo mientras que en la sección B se usó PDA. La sección A fue inoculada con 160 µL del consorcio el cual se estrió de manera uniforme por toda la superficie con un hisopo estéril. En la sección B se colocó un disco de micelio de *F. oxysporum.* Se incubó a 28 °C, por 8 días. Posteriormente se determinó la inhibición del crecimiento del hongo por la presencia de COVs (Azeem et al., 2022; González-Ista et al., 2023).

Promoción del crecimiento y bioprotección contra de *F. oxysporum* en el cultivo de tomate

- **Promoción del crecimiento**

En condiciones de invernadero se utilizaron plántulas de tomate Saladet de 30 días de crecimiento. Para los tratamientos con los consorcios se realizó una inoculación semanal con 10 mL de ésta por planta, para el control se usó el medio de cultivo en donde se creció a la bio-formulación. La aplicación se continuó hasta la aparición del cuaje del fruto aproximadamente 4 meses después del trasplante. Se tomaron datos de tamaño de planta, tamaño de raíz, peso fresco, número de flores y de frutos. Para cada tratamiento se utilizó una n=30. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p<0.0001$) (Minchev et al., 2021).

- **Bioprotección del cultivo de tomate en contra de *F. oxysporum***

En invernadero se usaron plántulas de tomate de 30 días de crecimiento, pasado 40 días después del trasplante se realizó la infección con $2x10^6$ conidias de *F. oxysporum* suspendidas en 10 mL de agua destilada estéril, estas se colocaron directamente en el suelo en la zona más cercana a la raíz (Minchev et al., 2021). Se aplicó los consorcios de PGPR como en el punto anterior Se tomaron datos de tamaño de planta, tamaño de raíz, peso fresco y seco, número de flores, número de frutos, y número de sobrevivencia. Para cada tratamiento se tuvo una n=30. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p<0.0001$) (Minchev et al., 2021).

Resultados y Discusión

Aislamiento e identificación de las PGPR

De la colección de bacterias provenientes del cultivo orgánico de fresa, se identificó a nivel molecular (marcador 16S) las PGPR seleccionadas del cepario con base a sus características antagónicas en *F. oxysporum* fueron: 1286, 1288, 1290, 1193, 712, 728ª, 726ª, 729ª,

1217, 1218. Se procedió a realizar una búsqueda en el GENBANK para su identificación, las bacterias analizadas corresponden a agentes de control biológico previamente reportados en la literatura (Tabla1). Con base a los datos obtenidos por el GENBANK, se realizaron los análisis filogenéticos correspondientes para cada una de las PGPR usando las secuencias obtenidas el gen 16S ribosomal, así mismo se emplearon secuencias de referencia de la misma base de datos para realizar el análisis filogenético. Se muestra el análisis filogenético para aquellas bacterias que se identificaron como *Pseudomonas* como dato representativo (Figura. 1) (Kim & Yu, 2020).

Tabla 1 Identidad molecular de las PGPR

Cepa	IDENTIDAD
1286 *	*Pseudomonas mediterranea*
1288	*Pseudomonas mediterranea*
1290	*Pantoea amantáis*
712	*Achromobacter marplatensis*
728[a]	*Bacillus thuringiensis*
1193	*Pseudomonas aestus*
726[a]	*Enterobacter hormaechei*
729[a]	*Chryseobacterium culicis*
1217	*Pseudomonas putida*
1218	*Klebsiella pneumoniae*

*Indica el número al que corresponde el cepario

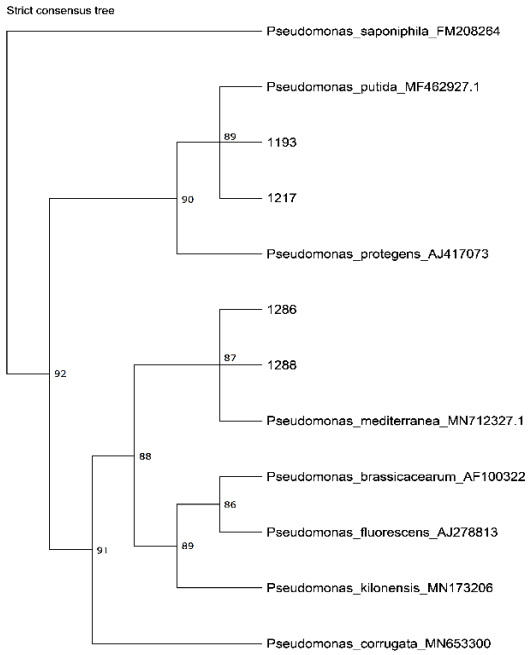


Figura 1 Análisis filogenético de las cepas 1286, 1288 de *P. mediterranea*, y 1193, 1217 de *P. putida* se realizó un árbol filogenético con la secuencia del marcador 16 S. Se indican los números de acceso de las secuencias de referencia. El análisis se realizó en PAUP4 y los valores bootstrap (basados en 1.000 réplicas) superiores a 50 se indican en los nodos de las ramas.

Identificación de mecanismos de acción de las PGPR

Para catalogar a una rizobacteria como PGPR esta debe de poseer mecanismos de acción tanto directo (promotor del crecimiento) como indirecto (defensa contra patógenos) para las plantas. En la figura 2 se muestra el diagrama de Venn donde se analizaron todos los mecanismos de acción que ejercen las PGPR, tanto los relacionados con la actividad promotora del crecimiento como los mecanismos de defensa en contra de *F. oxysporum*. *Pseudomonas putida* (1193) fue la única PGPR que posee todas las características que se analizaron, sin embargo, *Pantoea amantáis* (1290), *Chryseobacterium culicis* (729[a]) solamente dieron negativo para la prueba de producción de HCN, un mecanismo de defensa que se activa al detectar una infección en la zona radicular (Roy et al., 2022).

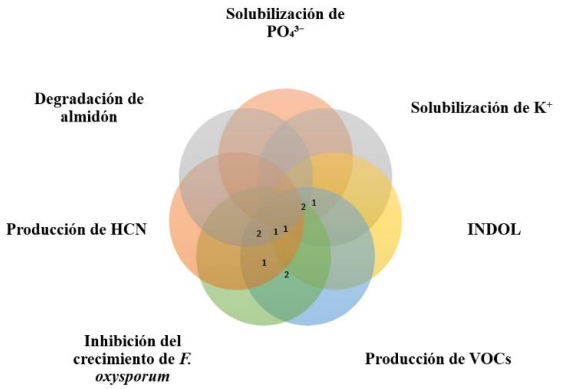


Figura 2.- Diagrama de Venn del conjunto de mecanismos de acción que caracterizan a las PGPR.

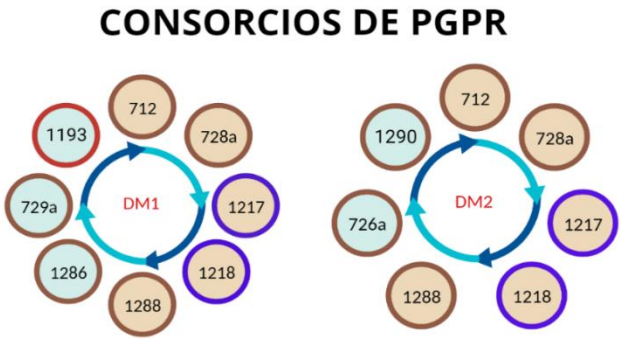


Figura 3. Compatibilidad entre las PGPR para la formación de consorcios.

Compatibilidad para la formación de consorcios bacterianos

El efecto que se obtiene al utilizar consorcios microbianos es mejor que utilizar la bacteria de manera individual (Gefen et al., 2017). Realizamos las pruebas compatibilidad para determinar que las PGPR usadas en este trabajo pudieran coexistir en un mismo entorno (interacción positiva). Por el método del Kirby-Bauer (interacción negativa-produce halo de inhibición, interacción positiva sin halo). Una vez determinada la compatibilidad entre las PGPR y considerando los mecanismos de acción observados en cada una de ellas se procedió a establecer 2 consorcios DM1 conformado por: *Achromobacter marplatensis* (712), *Bacillus thuringiensis* (728ª), *Pseudomonas putida* (1217, 1193), *Klebsiella pneumoniae* (1218), *Pseudomonas mediterranea* (1288, 1286), *Chryseobacterium culicis* (729ª), mientras que el consorcio DM2 está integrado por: *Achromobacter marplatensis* (712), *Bacillus thuringiensis* (728ª), *Pseudomonas putida* (1217, 1193), *Klebsiella pneumoniae* (1218), *Pseudomonas mediterranea* (1288), *Enterobacter hormaechei* (726ª), *Pantoea ananatis* (1290) (Figura 3) (Gefen et al., 2017).

Pruebas de antagonismo en contra de *F. oxysporum*

Los mecanismos para el biocontrol de los patógenos de plantas involucran: la competencia por los nutrientes, la inducción de la resistencia del huésped y la producción de compuestos volátiles (COVs), enzimas líticas de: quitina, almidón, celulosa y glucanos, y por su puesto la producción de metabolitos antifúngicos.

La combinación de agentes de biocontrol compatibles entre sí es un enfoque estratégico para controlar enfermedades de las plantas. La prueba de antagonismo efectuada por el método de antibiosis la cual se basa en todo aquello que la bacteria segrega (metabolitos secundarios, enzimas, proteínas, etc.), muestra acción antifúngica en contra de *F. oxysporum*. El consorcio DM1 inhibió el crecimiento de *F. oxysporum* en un 79.63%, mientras que el consorcio DM2 mostró un mejor desempeño con el 91.1% de inhibición (Figura 4). Además de inhibir el crecimiento, la presencia de los metabolitos secretados por el consorcio produjo cambios morfológicos significativos en el caso de DM2,

reducción de la colonia, cambios estructurales en el micelio y pigmentación del hongo, este dato sugiere que DM1 y DM2, podrían proteger a la planta de tomate retado con *F. oxysporum.*

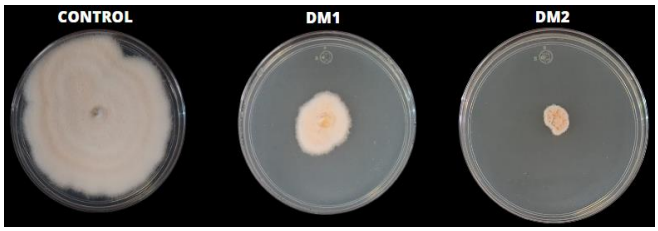


Figura 4 Efecto inhibitorio de los consorcios DM1 y DM2 en el crecimiento de *F. oxysporum.* En PDA se creció el consorcio bacteriano sobre el celofán durante 4 días, se retiró el celofán y se colocó un disco de micelio. La placa se incubó durante 8 días a 28 ˚C.

Los COVs son moléculas de bajo peso molecular fácilmente vaporizables, se difunden través de matrices complejas, como las membranas celulares, el agua, el suelo y el aire. Son producidos por las PGPR participando en la señalización a corta y larga distancia beneficiando a la planta, en la respuesta a estrés abiótico, la resistencia sistemática inducida (ISR), la cual activa los mecanismos de defensa natural de las plantas antes de la llegada de un patógeno, depende de cambios sistémicos modulados por alteraciones en los niveles de fitohormonas, como el etileno (ET), la auxina y el ácido jasmónico (JA), debido a que estas moléculas señalizadoras es que activa el mecanismo ISR (Ponsankar et al., 2023). El consorcio DM1 inhibió en un 45% el crecimiento de *F. oxysporum* mientras que para DM2 fue del 30%, cabe hacer mención en relación con los cambios morfológicos observados para ambos tratamientos, los cuales son significativos como lo es diferencia la tonalidad del micelio, su textura algodonosa se alteró, sugiriendo que este tipo de COVs de igual manera actividad antifúngico además de poder participar en la señalización del sistema de defensa de la planta (Figura 5).

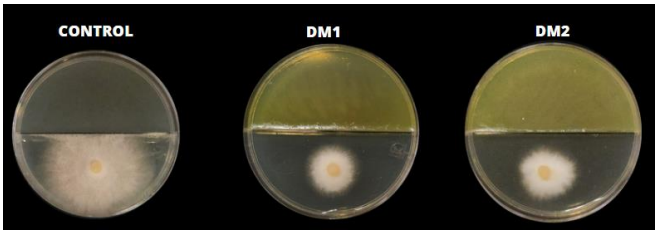


Figura 5 Efecto en el crecimiento de *F. oxysporum* por parte de los COVs producidos por los consorcios DM1, y DM2. La placa se incubó durante 8 días a 28 ˚C.

Promoción del crecimiento en el cultivo de tomate mediada por el uso de consorcios de PGPR

El uso del control biológico en la agricultura es una técnica que toma relevancia en los últimos años, debido al gran impacto ambiental generado por el uso indiscriminado de compuestos químicos (fertilizantes, fungicidas, herbicidas, etc.). La implementación de las PGPR brinda una excelente alternativa a su uso, dado que no solo protege a la planta contra el patógeno, sino que además promueve el crecimiento y los mecanismos de defensa de la planta (Nguyen et al., 2022).

El efecto observado en las plantas de tomate tratadas con los consorcios denotó su efectividad. En el tratamiento, el desarrollo de las flores se presentó a los 66 días de crecimiento, mientras que el cuaje del fruto se presentó a los 97 días de crecimiento, en contraste el control sin bacteria la floración se presentó 2 semanas después con respecto a los tratamientos, esto puede ser debido a la presencia de fitohormonas que aceleraron el ciclo fenológico del cultivo, de igual manera se apreció un crecimiento mayor en el tamaño de la planta con respecto al control (Figura 6). Se observó un mayor desarrollo vegetativo en los tratamientos, y a su vez una mayor cantidad de flores, frutos producidos durante el ciclo fenológico del cultivo (Tabla 2) (B. Kim et al., 2022; Ranawat et al., 2021). Uno de los mecanismos de acción promotores de crecimiento por parte de este tipo de bacterias es la producción de fitohormonas (INDOL, giberelinas, citoquinina) estas son las encargadas de la estimular el desarrollo vegetativo, floración, y la formación del fruto, cabe mencionar que algunas de las

bacterias que forman parte de este consorcio producen acido indol acético (INDOL) (Nguyen et al., 2022).

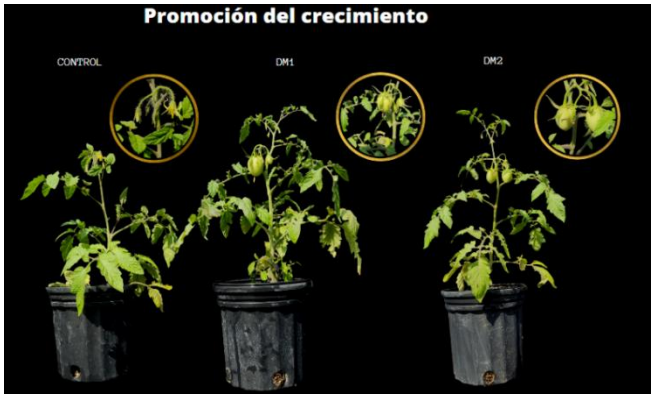


Figura 6 Efecto promotor del crecimiento por parte de los consorcios DM1, DM2 en el cultivo de tomate.

Tabla 2 Efecto promotor del crecimiento en planta de tomate.

	CONTROL	DM1	DM2
Longitud de planta (cm)	50.4±1.8b	63.3±2.0a	64.1±1.8a
Cantidad de flores	2.0±0.8b	7.1±0.8a	7.2±0.7a
Cantidad de frutos	1.4±0.49c	3.2±0.48b	2.7±0.43c

*Se agrupó utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Bioprotección del cultivo a la marchitez vascular mediada por el uso de consorcios de PGPR

Los consorcios DM1 y DM2 impiden que se produzca la marchitez vascular, debida a la infección por *F. oxysporum*. Posterior a la germinación de las conidia, se desarrolló el micelio, al paso del tiempo se manifiesta la incapacidad del sistema de transporte de nutrientes y a través del sistema vascular, este signo es más apreciable en la etapa de floración-fructificación, momento en el que la planta requiere mayor aporte de nutrientes para cumplir el ciclo fenológico (Balderas-Ruíz et al., 2021) (Figura 7). El bioensayo de protección del cultivo demostró que los tratamientos DM1 y DM2 inhibieron claramente el desarrollo de la enfermedad, en la etapa de fructificación que ocurre a los 100 días de crecimiento, mientras que el caso del control se observó la muerte de plantas. En el caso de los tratamientos lograron una sobrevivencia del cultivo por arriba del 80%, mientras que solamente el 15% de los controles pudieron continuar con el ciclo de cultivo (Figura 7 y Tabla 3). Se sabe que las PGPR actúan como agentes de bio-control, y una de sus principales características es la producción de compuestos antifúngicos que van a actuar directamente en contra del fitopatógeno, pero a su vez también activan la resistencia sistémica inducida ISR por parte de la planta, y en general éstas mantienen un estado de "fitness" a lo largo del tiempo, el cual va a permitir responder de una manera más eficiente ante la infección de un patógeno la cual va a aumentar la producción de ácido jasmónico y etileno, las cuales son fitohormonas que en altas concentraciones actúan como inductores del sistema de defensa (B. Kim et al., 2022; Ranawat et al., 2021).

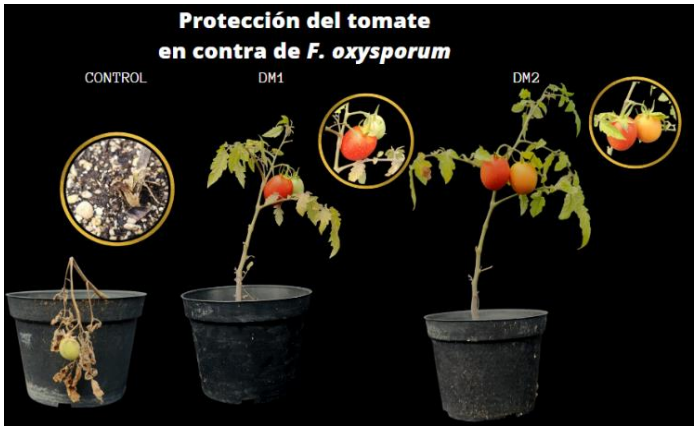


Figura 7 Protección en contra de la marchitez vascular ocasionada por *F. oxysporum* mediante el uso de consorcios de PGPR en el cultivo de tomate.

Tabla 3 Características del tomate protegido con los consorcios DM1 y DM2 ante la inoculación con *F. oxysporum*.

	CONTROL	DM1	DM2
Longitud de planta (cm)	43±1.6b	61.2±1.9a	63.4±2.1a
Cantidad de flores	1.8±0.6b	6.4±1.1a	6.8±1.22a
Cantidad de frutos	1.1±0.35b	3.8±0.51a	3.7±0.49a
Sobrevivencia	15%	87%	85%

*Se agrupó utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Cambios morfológicos en la zona radicular del cultivo de tomate aplicando consorcios de PGPR

Por otro lado, se investigó el efecto en la zona radicular ejercido por los consorcios DM1 y DM2. En este caso se observó en un incremento de toda la zona de las raíces secundarias, cuyo efecto es el absorber los nutrientes más cercanos a esta, esta zona corresponde a la rizosfera, la cual se caracteriza por presentar mayor actividad biológica y química, así como la colonización de la raíz en respuesta a los exudados producidos por la planta. Se manifiesta la mayoría de los efectos producidas por las PGPR como la fijación de N_2, solubilización de minerales, la producción de enzimas hidrolíticas al detectar una infección por un agente patógeno, producción de COVs. Cabe señalar que, en esta zona radicular además de ser el lugar de absorción de nutrientes para trasportarlos a toda la planta, ocurre la mayor interacción planta-microorganismo, otorga un sostén a esta para soportar el proceso de fructificación el cual es el punto fenológico clave para cualquier cultivo, y así poder mantener el amarre y maduración de los frutos. Así mismo, esta zona es en la cual se lleva a cabo la interacción de *F. oxysporum*, dado que es un patógeno de suelo (Balderas-Ruíz et al., 2021).

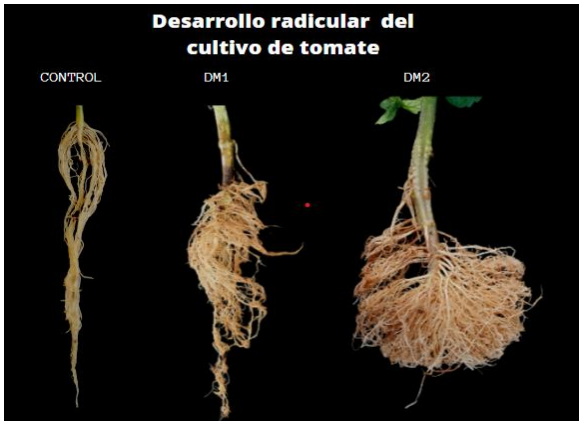


Figura 8 Efecto en el desarrollo radicular en tomate por la presencia de los consorcios DM1 y DM2. Se recuperó la planta a los 120 días de edad.

Conclusiones

1.- Los consorcios DM1 y DM2 en condiciones *in vitro*, tienen la capacidad de antagonizar el crecimiento de *F. oxysporum*.

2.- La identificación de los mecanismos de acción de las PGPR, y su compatibilidad entre ellas nos proporciona la información necesaria para elaborar una herramienta biológica para controlar la marchitez vascular en el cultivo de tomate producida por *F. oxysporum*.

3.- La formación de un consorcio entre varias PGPR aportó una mayor diversidad de mecanismos de acción tanto promotores de crecimiento, como defensa en la planta, tanto DM1 como DM2 mejoran notablemente la producción de flores y de fruto, así como la bioprotección contra la enfermedad de la marchitez vascular, generando así una herramienta robusta para controlar a *F. oxysporum*.

Referencias

Agroalimentario, P. (n.d.). *SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP)*.

Azeem, S., Agha, S. I., Jamil, N., Tabassum, B., Ahmed, S., Raheem, A., Jahan, N., Ali, N., & Khan, A. (2022). Characterization and survival of broad-spectrum biocontrol agents against phytopathogenic fungi. *Revista Argentina de Microbiologia*, *54*(3), 233–242. https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.10.005

Balderas-Ruíz, K. A., Gómez-Guerrero, C. I., Trujillo-Roldán, M. A., Valdez-Cruz, N. A., Aranda-Ocampo, S., Juárez, A. M., Leyva, E., Galindo, E., & Serrano-Carreón, L. (2021). Bacillus velezensis 83 increases productivity and quality of tomato (Solanum lycopersicum L.): Pre and postharvest assessment. *Current Research in Microbial Sciences*, *2*. https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100076

Carmona, S. L., Villarreal-Navarrete, A., Burbano-David, D., & Soto-Suárez, M. (2020). Cambios fisiológicos y mecanismos genéticos asociados a la marchitez vascular causada por Fusarium en tomate: una revisión actualizada. *Temas Agrarios*, *25*(2), 166–189. https://doi.org/10.21897/rta.v25i2.2457

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA Área de Diagnóstico Fitosanitario Laboratorio de Micología. (n.d.).

Gefen, O., Chekol, B., Strahilevitz, J., & Balaban, N. Q. (2017). *TDtest : easy detection of bacterial tolerance and persistence in clinical isolates by a modified disk-diffusion assay*. *February*, 1–9. https://doi.org/10.1038/srep41284

Ghoghari, N., Bharwad, K., Champaneria, A., & Rajkumar, S. (2022). Chapter14 - Microbial consortia for augmentation of plant growth–revisiting the promising approach towards sustainable agriculture. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, 231–256. https://doi.org/10.1016/B978-0-32-385163-3.00014-4

González-Ista, N. S., Castro-Mercado, E., la Cruz, H. R. de, Campos-García, J., López-Bucio, J., & García-Pineda, E. (2023). Comparison of the Rhizobacteria Serratia sp. H6 and Enterobacter sp. L7 on Arabidopsis thaliana Growth Promotion. *Current Microbiology*, *80*(4). https://doi.org/10.1007/s00284-023-03227-x

Gu, Y., Wang, J., Xia, Z., & Wei, H. L. (2020). Characterization of a versatile plant growth-promoting rhizobacterium pseudomonas mediterranea strain s58. *Microorganisms*, *8*(3). https://doi.org/10.3390/microorganisms8030334

Kim, B., Park, A. R., Song, C. W., Song, H., & Kim, J. C. (2022). Biological Control Efficacy and Action Mechanism of Klebsiella pneumoniae JCK-2201 Producing Meso-2,3-Butanediol Against Tomato Bacterial Wilt. *Frontiers in Microbiology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.914589

Kim, H., & Yu, S. M. (2020). Complete Genome Sequence of Chryseobacterium sp. Strain NBC 122, a Plant Growth-Promoting Bacterium Isolated from Freshwater . *Microbiology Resource Announcements*, *9*(4). https://doi.org/10.1128/mra.01028-19

Lotfi, N., & Soleimani, A. (2022). Characterization of plant growth - promoting rhizobacteria (PGPR) in Persian walnut associated with drought stress tolerance. *Scientific Reports*, 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-022-16852-6

Lu, L. (2021). *Beneficial effects of endophytic Pantoea ananatis with ability to promote rice growth under saline stress*. *2050*, 1919–1931. https://doi.org/10.1111/jam.15082

Minchev, Z., Kostenko, O., Soler, R., & Pozo, M. J. (2021). *Microbial Consortia for Effective Biocontrol of Root and Foliar Diseases in Tomato*. *12*(November), 1–12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.756368

Nguyen, T. H., Goossens, A., & Lacchini, E. (2022). Jasmonate: A hormone of primary importance for plant metabolism. In *Current Opinion in Plant Biology* (Vol. 67). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2022.102197

Ponsankar, A., Senthil-Nathan, S., Vasantha-Srinivasan, P., Pandiyan, R., Karthi, S., Kalaivani, K., Chellappandian, M., Narayanaswamy, R., Thanigaivel, A., Patcharin, K., Mahboob, S., & Al-Ghanim, K. A. (2023). Systematic induced resistance in Solanum lycopersicum (L.) against vascular wilt pathogen (Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici) by Citrullus colocynthis and Trichoderma viride. *PLOS ONE*, *18*(5), e0278616. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278616

Ranawat, B., Bachani, P., Singh, A., & Mishra, S. (2021). Enterobacter hormaechei as Plant Growth-Promoting Bacteria for Improvement in Lycopersicum esculentum. *Current Microbiology*, *78*(4), 1208–1217. https://doi.org/10.1007/s00284-021-02368-1

Roy, S., Bhowmik, S., Chowdhury, A. D., Dhara, B., & Mitra, A. K. (2022). Plant growth-promoting rhizobacteria: an alternative for NPK fertilizers. In *Microbes and Microbial Biotechnology for Green Remediation* (pp. 149–167). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90452-0.00007-4

Slama, H. Ben, Cherif-silini, H., Bouket, A. C., & Qader, M. (2019). *Screening for Fusarium Antagonistic Bacteria From Contrasting Niches Designated the Endophyte Bacillus halotolerans as Plant Warden Against Fusarium*. *9*(January), 1–24. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03236

Tang, A., Haruna, A. O., Majid, N. M. A., & Jalloh, M. B. (2020). Potential PGPR properties of cellulolytic, nitrogen-fixing, phosphate-solubilizing bacteria in rehabilitated tropical forest soil. *Microorganisms*, *8*(3), 1–22. https://doi.org/10.3390/microorganisms8030442

Efecto de la edad, el sexo y la alimentación sobre los principales parámetros productivos y la mortalidad por síndrome ascítico en pollo de engorda.

Chávez Luján Alejandra[1], Escobar García Konisgmar[2], Bautista Marín Samantha E[3]., Avila Parra Kevin[4].

Resumen

En respuesta al incremento en el consumo per cápita de carne de pollo en México, la producción avícola se ha industrializado. Esto ha acortando tiempos entre parvadas, mejorando la formulación de las dietas comerciales con una alta densidad energética y optimizando los manejos durante el periodo de engorda para maximizar la producción de carne, en consecuencia, los pollos se someten a una gran presión metabólica durante su periodo de engorda. Estas exigencias metabólicas generan en su organismo condiciones persistentes de estrés oxidativo. El presente estudio retrospectivo analizó comparativamente la incidencia del síndrome ascítico (SA) en 2 parvadas diferentes; una de hembras y otra de machos de engorda estirpe Ross 308 alimentadas con 2 diferentes cantidades de consumo (tablas de alimentación) cada una durante su periodo de engorda. Las 2 tablas de alimentación discutidas son 1) el consumo comercial más alto (kg) y 2) el consumo comercial estándar (kg) para hembra y macho respectivamente. Las parvadas fueron alimentadas en dos años consecutivos entre los meses de meses de Abril y Mayo. Esto proporcionó un margen de variaciones medioambientales externas más reducido. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la edad, el sexo y la tabla de alimentación sobre las principales variables productivas y la mortalidad asociada a la ascitis en pollo de durante las últimas 4 semanas en un periodo de 42 días. Las reducciones de consumo que se hicieron en las parvadas con tablas más altas para macho y hembra a partir de los días 22 y 26 respectivamente, ayudaron a reducir la incidencia de ascitis y el aumento en la mortalidad de ambas. Las hembras que fueron alimentadas con la tabla de consumo alto (A) tuvieron la mejor conversión alimenticia (relación alimento consumido/ganancia de peso) pero una mayor mortalidad por SA, resultado que tuvo que ver con la tabla de alimentación que se utilizó. La mortalidad por ascitis de los machos con tabla de consumo alta (A) se elevó en la semana 4, resultado que tuvo relación con la edad el sexo y la tabla de alimentación, después de hacer una reducción de consumo, la mortalidad por SA de ese tratamiento disminuyó favorablemente en la semana 5, resultado que también tuvo relación estadísticamente significativa con la edad y el sexo del ave. La implementación de propuestas de manejo con enfoques sustentables y sostenibles para el control del SA dentro de la industria pecuaria ayuda a reducir la cantidad de desechos orgánicos por ciclo al frenar la cantidad de aves muertas por ciclo y mejora el comportamiento productivo de la parvada procurando a su vez, el bienestar de los animales al reducir el estrés metabólico al que son sometidos durante la engorda.

Palabras clave: Síndrome Ascítico, Ascitis, Alimentación, Metabolismo, Mortalidad, Pollo de engorda, Estrés oxidativo.

Summary

In response to the increase of chicken meat per capita consumption in Mexico, poultry production has become increasingly industrialized. This has shortened the lapse between flocks, improved the formulation of commercial diets with a high energy density and optimized management during the fattening period in order to maximize meat production. Consequently, broilers are subject to big metabolic pressure during their fattening period. This metabolic demand generates a persistent condition of oxidative stress in their bodies.

This retrospective study analyzed the incidence of ascitic syndrome (AS) in two Ross 308 broiler flocks

-one of female and one of male- which were fed with 2 different consumption quantities (feeding tables) during their fattening period. The 2 feeding tables discussed are those with 1) the highest commercial consumption (Kg) and 2) the standard commercial consumption (kg) for female and male respectively. The flocks were fed in two consecutive years -one year each- between the months of April and May. This provided a smaller margin of external environmental variations.

The objective of this work was to evaluate the effect of age, sex and the feeding table on the main productive variables and the mortality associated with ascites in the broilers during their last 4 weeks of a 42 days fattening period. The consumption reductions that were made to the treatment of males and females with higher tables on days 22 and 26 respectively, helped to reduce the ascites incidence and mortality. Females that were fed with a higher consumption (relation of food consumed/ weight gain) had the best feed conversion but a higher AS mortality; this result had relation with the feeding table that was used. Males ascites mortality with a high consumption table (A) increased in week 4; this result showed a relation with the age, the sex and the feeding table. After reducing the consumption, the ascites mortality of this treatment decreased favorably by the end of week 5, this result also had a statistically significant relation with the age and the sex. The implementation of management proposals with sustainable approaches for the control of AS within the industry helps to reduce the amount of organic waste per cycle by reducing the number of dead birds per cycle and improves the productive behavior of the Flock by reducing the metabolic stress during fattening.

Key words: Ascitic syndrome, Ascites, Feeding, Metabolism, Mortality, Broiler, Oxidative stress.

Introducción

La ascitis es la acumulación excesiva de líquidos en la cavidad abdominal resultante de un conjunto de cambios fisiológicos y metabólicos por lo que no se le considera como una enfermedad sino como un síndrome que se presenta principalmente en las producciones de pollo de engorda que se ubican a más de 1500 msnmA. Lo anterior se da como consecuencia de un desajuste entre la demanda por oxígeno de los tejidos del sistema músculo esquelético hacia la pobre capacidad del sistema cardiorrespiratorio para responder, presentándose afectaciones en las principales variables productivas (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) e incrementando la mortalidad. Esta situación se ve agravada por la alta cantidad de alimento que es ofrecida a los pollos durante su ciclo de engorda, por lo que las tablas de alimentación, que indican el consumo diario por ave, deben ser controladas para evitar grandes pérdidas. Una dieta alta en energía aumenta la demanda metabólica de oxígeno, la hipoxia y el gasto cardiaco. El Síndrome ascítico (SA), como síndrome metabólico surge de la persistencia del estrés oxidativo por radicales libres, sobre todo especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno, sobre los tejidos involucrados en el desarrollo corporal de las líneas genéticas modernas de engorda. El estrés oxidativo sostenido por horas, desencadena una serie de reacciones de oxido-reducción que alteran las membranas celulares e inician la señalización para la transcripción de citocinas importantes para la regulación de la inflamación, propiciando un mal funcionamiento cardiaco e hipertensión que afectará directamente a la circulación sanguínea y la oxigenación de los tejidos. Cuando la carga metabólica a la que es sometida la parvada no disminuye y sobrepasa el sistema antioxidante de las aves, se incrementa la muerte súbita a partir de la tercer semana de engorda, lo que refleja sesgos en la producción por una elevada mortalidad y un desajuste en la conversión alimenticia. La mortalidad de pollos a nivel industrial representa una fuente importante de desechos biológicos que impacta en el ambiente, además, el estrés metabólico sostenido compromete el bienestar animal y reduce el confort de las aves. Por lo que la generación de propuestas con enfoques sustentables y sostenibles para el control del SA, resultan innovadoras. El manejo del consumo de alimento frena la tasa metabólica, evita el sufrimiento y procura el bienestar de los animales. A su vez, reduce la cantidad de desechos por aves muertas durante el ciclo de engorda y el impacto que estas generan sobre el ambiente, sin aumentar costos de producción por la

adición de antioxidantes o productos externos para la prevención de la ascitis.

Metodología

Unidad experimental avícola (UEA).

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental Avícola de la Universidad Autónoma de Querétaro. Está ubicada en el camino a Alfajayucan km 3, en Amazcala, Querétaro, México. La caseta cuenta con un ambiente controlado y 40 corrales con una superficie de 10 m2 cada uno (Figura 1).

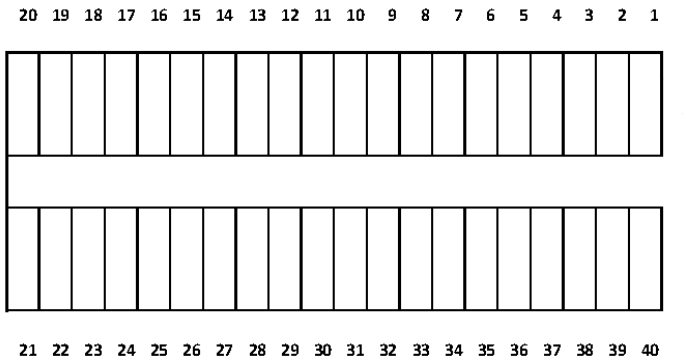


Figura 1. Ubicación de los corrales dentro de la Unidad Experimental Avícola (UEA).

Aves, manejo y dietas.

Se llevó a cabo la engorda de una parvada de hembras y una parvada de machos línea genética Ross 308. La recepción de los pollos fue en años consecutivos y estación del año similares para reducir la variación del efecto medioambiental externo durante la engorda. Para cada uno de los casos se utilizaron 5200 pollos de un día de edad, los cuales fueron distribuidos entre 40 corrales a razón de 130 aves por corral. Para la recepción, la nave estuvo precalentada a 32ºC y durante el periodo de engorda (42 días) la temperatura se redujo gradualmente hasta alcanzar la ambiental. Antes de ser colocados en sus corrales se realizó una selección y eliminación de los pollos con deformidades o lesiones, notoriamente no aptos para su supervivencia y de esta manera, asegurar una homogeneidad entre los tratamientos. Para conocer el peso promedio inicial por corral, se contaron todas las aves y se pesaron en una caja. Todos los pollos tuvieron libre acceso a la cantidad de alimento correspondiente por día según el tratamiento y agua fresca todo el tiempo. Los tratamientos para las parvadas de hembra y macho consistieron en dos cantidades diferentes de alimento ofrecido por día, mismas que se indican en las tablas de alimentación A (consumo alto) y B (consumo medio). Durante el experimento cada ave del tratamiento de hembras con tabla de consumo A recibió 4.545 Kg de alimento y el tratamiento con la tabla de consumo B recibió 4.066 Kg de alimento por ave. Para el tratamiento de machos con tabla de consumo A recibió 4.200 Kg de alimento por ave y el tratamiento con la tabla de alimentación B recibió 3.804 Kg. Su alimentación constó de 5 fases (preiniciador, iniciador, desarrollo, finalizador con coccidiostato y terminador) con los mismos ingredientes (Cuadro 1), pero distinta densidad nutricional, que va cambiando conforme el crecimiento del pollo y sus requerimientos nutricionales. Como lo reporta Yang (2016), una dieta alta en energía aumenta la demanda metabólica de oxígeno, la hipoxia y el gasto cardiaco, por lo que se realizó un análisis químico proximal (AQP) del alimento para determinar el porcentaje nutrimental por fase (Cuadro 2).

	Fase de alimentación			
Ingredientes	*Iniciador*	*Desarrollo*	*Finalizador*	*Terminador*
Maíz amarillo	56.5	59.3	63.6	63.6
Pasta de soya	37.2	33.4	29.2	29.2
Aceite de soya	2.4	3.7	3.5	3.5
Carbonato de calcio	0.9	0.9	0.8	0.8
Fosfato dicálcico	1.8	1.5	1.8	1.8
Sal	0.1	0.4	0.3	0.3
Pre mezcla de vitaminas y minerales	0.2	0.2	0.2	0.2
DL-metionina 99%	0.2	0.1	0.1	0.1

Cuadro 1. Ingredientes de la dieta (%) incluidos en la alimentación por fase de crecimiento del pollo.

Nutriente	Fase de alimentación			
	Iniciador	*Desarrollo*	*Finalizador*	*Terminador*
%MS	87.87	87.85	89.86	88.59
%PC	19.23	16.63	16.14	16.35
%EE	4.51	6.02	4.1	5
%ELN	35.9	35.4	44.41	38.25

Cuadro 2. Composición nutricional proximal (AQP) del alimento para todos los tratamientos por fase de alimentación a partir del día 21 de edad del ave; Materia seca (%MS); Proteína cruda (%PC); Extracto etéreo (%EE); Extracto libre de nitrógeno (%ELN).

Parámetros productivos.

Los días 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 se realizó el pesaje de las aves, se tomaron 20 aves por corral para un total de 400 aves por tratamiento y se pesaron los 40 corrales para un total de muestra de 800 aves. Al finalizar se calculó un promedio por tratamiento y se dividió entre los 42 días productivos para sacar la ganancia diaria de peso. El consumo acumulado de cada parvada se calculó sumando la cantidad de alimento ofrecido por día a las aves según la tabla de alimentación especificada (A; Consumo alto. B; consumo medio) y se utilizó junto con el peso semanal para obtener la conversión alimenticia semanal de cada parvada. Las aves muertas se contaron y registraron todos los días para obtener la mortalidad semanal acumulada y se realizó la necropsia de los animales con lesiones aparentes de ascitis para confirmar el diagnóstico de muerte súbita por síndrome metabólico.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4x2x2 tomando en cuenta las 4 edades, los 2 sexos y las 2 tablas de alimentación (A y B) y las medias fueron analizadas utilizando el valor de Tuckey considerando estadísticamente significativo una $P \leq 0.05$.

Resultados

De acuerdo con los parámetros analizados (Cuadro3) el tratamiento más productivo fue el de hembras que recibieron la tabla de alimentación alta (A) al presentar una conversión alimenticia menor, lo que quiere decir que necesitaron menos alimento (1.7kg) para ganar un kilogramo de peso, sin embargo, también fue el tratamiento con la mortalidad por ascitis más alta, lo que opaca su productividad con una menor cantidad de pollos que alcanzaron la edad de venta. Este resultado tuvo una relación estadísticamente significativa con la tabla de alimentación utilizada. En el caso de los machos, la conversión alimenticia no fue muy diferente entre ambos tratamientos, pero la mortalidad general y por SA fue mucho mayor en el caso del tratamiento que recibió la tabla de alimentación más alta (A) y estadísticamente este resultado tuvo relación con la edad y la tabla de alimentación. En la semana 4 la mortalidad por SA de este tratamiento aumentó de 29% a 87%, este incremento tuvo relación con la edad, el sexo y la tabla de alimentación, a continuación, se optó por hacer un ajuste en el consumo reduciendo un 10% la cantidad de alimento ofrecido sólo para este tratamiento. El manejo tuvo efectos positivos al reducir la incidencia de mortalidad por SA de 87 a 39% para la semana 5. Con el análisis también se pudo apreciar que los tratamientos que recibieron un consumo de alimento menor durante sus primeras semanas de crecimiento, como en el caso de machos con tabla de consumo baja (B) reflejaron la menor mortalidad general y por SA de entre las 2 parvadas, teniendo relación estadísticamente significativa también con la edad, pero no con el sexo ni la tabla de alimentación. Por último, se rechaza que la tabla de alimentación tenga un efecto estadísticamente significativo sobre la productividad de la parvada, ya que el tratamiento de hembras con tabla de consumo baja (B) tuvo la conversión alimenticia más alta en la última semana de engorda, resultado que solamente tuvo relación con el sexo y no con la edad ni la tabla de alimentación.

El cuadro 3 muestra los resultados del análisis estadístico; Edad: edad en semanas; Sexo:

género utilizado; Tabla de alimentación: tabla de alimentación con diferencia en los gramos utilizados; Consumo acumulado (g): consumo por ave promedio acumulado durante la semana; Peso: peso promedio semanal (g); Conversión: conversión alimenticia semanal; Mor gen: mortalidad general (%); Mor as: mortalidad asociada a ascitis (%); H: hembra; M: macho; A: tabla de alimentación con un consumo alto; B: tabla de alimentación con un consumo de alimento medio; abcd: diferentes literales entre las filas indican diferencias estadísticas asociada a la edad ($P<0.001$); xyz: diferentes literales entre filas indican diferencias estadísticas asociadas al sexo ($P<0.05$); XYZ: diferentes literales entre las filas indican diferencias estadísticas asociadas a la tabla de alimentación.

Edad (semanas)	Sexo	Tabla de alimentación	Consumo acumulado (g)	Peso (g)	Conversión	Mor gen	Mor as
3	H	B	702.5^{dxX}	819.0^{dxX}	1.2^{dxY}	0.66^{byY}	0.38^{cdyzY}
		A	716.6^{dxY}	824.7^{dxY}	1.1^{dxX}	0.76^{byX}	0.47^{cyX}
	M	B	555.1^{dyX}	779.3^{dyX}	1.4^{cyY}	0.88^{abxY}	0.19^{dzY}
		A	624.7^{dyY}	825.8^{dyY}	1.3^{cyX}	1.06^{axX}	0.29^{dzX}
4	H	B	961.2^{cxX}	1379.6^{cxX}	1.4^{cxX}	0.48^{czY}	0.48^{cyY}
		A	1021.0^{cxY}	1391.9^{cxY}	1.4^{cxX}	0.67^{byX}	0.67^{byX}
	M	B	860.9^{cyX}	1295.0^{cyX}	1.5^{byX}	0.49^{czY}	0.29^{dzY}
		A	932.0^{cyY}	1362.2^{cyY}	1.5^{byX}	0.68^{byX}	0.87^{axX}
5	H	B	1179.6^{byX}	1918.5^{bxX}	1.6^{bxX}	0.48^{czY}	0.48^{cyY}
		A	1306.5^{byY}	1978.6^{bxY}	1.5^{bxX}	0.96^{axX}	0.67^{byX}
	M	B	1093.1^{bxX}	1914.5^{bxX}	1.8^{ayX}	0.30^{cdzY}	0.20^{dzX}
		A	1220.7^{bxY}	1985.5^{bxY}	1.6^{bxY}	0.39^{cdzX}	0.39^{cdY}
6	H	B	1223.3^{axX}	2467.4^{axX}	2.0^{azX}	0.48^{czY}	0.48^{cyY}
		A	1501.2^{axY}	2529.7^{axY}	1.7^{axY}	0.19^{dzX}	0.97^{axX}
	M	B	1295.1^{ayX}	2473.3^{axX}	1.9^{azX}	0.20^{dzY}	0.20^{dyY}
		A	1423.2^{ayY}	2597.1^{axY}	1.8^{ayY}	0.89^{abxX}	0.69^{byX}

Cuadro 3. Efecto de la edad el sexo y la tabla de alimentación sobre el consumo acumulado, peso, conversión, mortalidad general y mortalidad por ascitis en pollo de engorda hembra y macho entre el día 21 y 42 de edad.

Discusión y conclusiones

La alimentación, la genética y el manejo son factores que influyen en el desarrollo del SA, de hecho, Novillo (2021) reporta que la presentación del alimento, su densidad nutricional y el volumen consumido (gr/día) hacen de la alimentación uno de los factores más estresantes para el pollo. El alimento comercial ofrecido a los diferentes tratamientos a partir de la tercera semana fue en presentación de pellet con niveles de energía (ELN) que continuaron aumentando hasta la semana 6, en contraste, Yang (2016) describe que una dieta alta en energía aumenta la demanda metabólica de oxígeno, la hipoxia y el gasto cardiaco. Lo anterior coincide con el comportamiento observado en la mortalidad por SA de los tratamientos que recibieron más cantidad de alimento (Tratamientos A) que fue mayor que la de los tratamientos que recibieron un consumo menor (Tratamientos B). A esto debemos sumar la alta carga metabólica del hígado aviar, se considera que hasta el 90% de los ácidos grasos son sintetizados en el hígado aviar y según Emmami (2020) las reacciones enzimáticas que ocurren durante la lipogénesis son energéticamente exigentes, aumentando la vulnerabilidad de los hepatocitos ante el estrés metabólico. Suárez et al (2020) refiere que la restricción alimenticia es la principal estrategia nutricional para el control del síndrome ascítico, aseveración que se demostró después de que se realizara la reducción del 10% sobre el alimento ofrecido para la semana 5 en el tratamiento de pollos macho con tabla de consumo A, lo que estadísticamente ayudó a disminuir la mortalidad por SA. Morales (2019) describe que disminuir el suministro de alimento durante una parte de la etapa de engorda ayuda a reducir los problemas metabólicos y la mortalidad, lo cual también coincide con lo observado en el caso del tratamiento de machos con tabla de consumo B, a los cuales les fue ofrecida una cantidad menor de alimento durante sus primeras semanas de vida, teniendo así para la última semana, el porcentaje de mortalidad general y por ascitis más bajo. Forman, Fukuto y Torres (2006) coinciden en que el estrés metabólico sostenido, propicia la producción prolongada de radicales libres e induce daños en la estructura celular y mutaciones somáticas. Considerando que el desarrollo rápido de las líneas de engorda modernas, su pequeño volumen pulmonar y limitada capacidad cardiovascular están involucrados en el aumento de la incidencia del SA (Domínguez, 2016) se concluye entonces, que el mantener a margen la tasa metabólica mantiene un equilibrio entre el daño oxidativo y el sistema antioxidante del pollo, haciendo más paulatino el daño sobre los órganos del ave por radicales libres y frenando la muerte súbita por SA. estos resultados demuestran la importancia del manejo de la alimentación de la parvada durante

su engorda como una estrategia sustentable para el control del SA, tal como lo menciona además se comprobó que este manejo no interfiere de manera negativa con la productividad de la parvada y al contrario, reduce los deshechos biológicos por mortalidad y mejora el bienestar animal disminuyendo el estrés metabólico en los pollos. Esta información es importante y ayuda a entender el comportamiento metabólico de las estirpes comerciales para engorda más usadas en México y la relación tan estrecha entre la alimentación y la aparición del síndrome ascítico sin aumentar los costos de producción.

Referencias bibliográficas

Domínguez, N., E., (2016). Hipertensión Pulmonar Arterial:(Ascitis) En Pollos De Engorda. Palibrio. Consultado en: https://books.google.com.mx/books?id=IjnPDAAAQBAJ&lpg=PT3&ots=whnbf8pcm_&dq=%E2%80%A2%09%C3%81vila%2C%20N.%20E.%20D.%20(2016).%20Hipertensi%C3%B3n%20Pulmonar%20Arterial%3A(Ascitis)%20En%20Pollos%20De%20Engorda.%20&lr&hl=es&pg=PT3#v=onepage&q=%E2%80%A2%09%C3%81vila,%20N.%20E.%20D.%20(2016).%20Hipertensi%C3%B3n%20Pulmonar%20Arterial:(Ascitis)%20En%20Pollos%20De%20Engorda.&f=false

Emami, N. K., Jung, U., Voy, B., Dridi, S. (2020). Radical Response: Effects of Heat Stress-Induced Oxidative Stress on Lipid Metabolism in the Avian Liver. Antioxidants, 10(1), 35.

Forman, H. J., Fukuto, J. M., & Torres M., 2006. Signal Transduction by Reactive Oxygen and Nitrogen Species: Pathways and Chemical Principles. Alemania: Springer Netherlands.

Morales, A. (2019). Uso de dos dietas alimenticias con diferentes niveles de proteínas sobre los parámetros productivos en pollos parrilleros en fase de inicio..

Novillo Ayala, L. (2021). Incidencia del Síndrome Ascítico en Pollos Broiler de la Línea Cobb 500. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Consultado en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15643/1/17T01671.pdf

Suárez, L., Fuentes, J., Torres, M., & López, S. (2020). Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. Revista Agraria Nueva Época, 1(3), 24-30.

Yang, F., Cao, H., Xiao, Q., Guo, X., Zhuang, Y., Zhang, C., & Liu, P. (2016). Transcriptome analysis and gene identification in the pulmonary artery of broilers with ascites syndrome. PLoS One, 11(6), e0156045.

Síndromes geriátricos y capacidad funcional (ABVD). Estudio descriptivo.

1. **Andrea Rosales Hernández. Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: lftandrea.rosales@gmail.com**
2. **Oiris Yasmín Ramírez Fortanell. Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: yamaosha@yahoo.com**

Resumen

Introducción: Las personas mayores representan uno de los segmentos poblacionales con mayor proyección de crecimiento a nivel mundial y nacional. El compromiso de la capacidad funcional es, en muchas ocasiones, la única manifestación de una enfermedad subyacente, por ello su evaluación en muchas instituciones es el centro de la valoración del adulto mayor al determinar su calidad de vida Objetivos: Describir las características de salud de adultos mayores, con base en la prevalencia de síndromes geriátricos y capacidad funcional. Metodología: Creación de base de datos que permita analizar la relación entre los síndromes geriátricos y la capacidad funcional. Resultados: Los déficits sensoriales son el síndrome geriátrico más prevalente dentro de la población de estudio, la cual está conformada por tres cuartas partes por población femenina (74.8%). Conclusiones: Resulta importante ofrecer a la población adulta mayor los medios para ejercer un mejor control sobre su salud y mejorarla, con el fin de lograr un envejecimiento exitoso, y, sobre todo, intentando mantener en todo momento su autonomía y calidad de vida.

Palabras clave: envejecimiento, ABVD, síndromes geriátricos.

Summary

Introduction: Older people represent one of the population segments with the greatest growth projection at a global and national level. The compromise of functional capacity is, in many cases, the only manifestation of an underlying disease, therefore its evaluation in many institutions is the center of the assessment of the elderly when determining their quality of life. Objectives: Describe the health characteristics of older adults, based on the prevalence of geriatric syndromes and functional capacity. Methodology: Creation of a database that allows to analyze the relationship between geriatric syndromes and functional capacity. Results: Sensory deficits are the most prevalent geriatric syndrome within the study population, which is made up of three-quarters of the female population (74.8%).

Conclusions: It is important to offer the older adult population the means to exercise better control over their health and improve it, to achieve successful aging, and, above all, trying to always maintain their autonomy and quality of life.

Key words: elder, geriatric syndromes, functional capacity.

Introducción

Las personas mayores representan uno de los segmentos poblacionales con mayor proyección de crecimiento a nivel mundial y nacional. En México la transición demográfica comenzó en la década de los treinta, derivado de la expansión del sistema educativo y los sistemas de salud pública que dieron como resultado la reducción de las tasas de mortalidad y ganancias de casi un año en la esperanza de vida por cada año. (Gobernación, 2021) La distribución de edad de la población en 1970 era en forma piramidal; es decir, presentaba una base amplia porque el 50% de la población era menor de 15 años. Para el año 2000, la pirámide se abultó en el centro debido al aumento de las personas en edades medias y la disminución de los menores de cinco años. Para el año 2050, debido a la reducción de las tasas de natalidad y el incremento de la esperanza de vida, se prevé una mayor proporción de la población conformada por adultos mayores. (Miguel, y otros, 2019) Si bien es cierto que este proceso de envejecimiento poblacional puede ser interpretado como un éxito relativo de las sociedades modernas, representa también un enorme reto. (Salinas-Rodríguez, Cruz-Góngora, & Manrique-Espinoza., 2020)

De acuerdo con Parada-Peña K, et. al. (2020), por síndrome geriátrico se entiende una condición no clínica del adulto mayor caracterizada por múltiples causas determinando una manifestación unificada. Esta condición abarca un grupo de signos y síntomas que ocurren juntos de manera variable caracterizando una anormalidad particular. Presentan una causa multifactorial y de fondo heterogéneo, encontrando sus raíces en las vulnerabilidades clínicas, psicológicas, sociales y ambientales. (Parada-Peña, Rodríguez-Morera, Otoya-Chaves, Loaiza-Quirós, & León-Quirós, 2020)

Derivado de la alteración multidimensional de origen multifactorial, resulta contundente aceptar que la capacidad funcional de la persona se ve afectada por uno o varios de los padecimientos concomitantes. El compromiso de la capacidad funcional es, en muchas ocasiones, la única manifestación de una enfermedad subyacente, por ello su evaluación en muchas instituciones es el centro de la valoración del adulto mayor al determinar su calidad de vida siendo el deterioro en las actividades instrumentadas de la vida diaria (AIVD) un elemento predictivo del deterioro en las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) lo que conlleva a una mayor dependencia. Se define como personas dependientes a quienes, por razones ligadas a la falta o a la pérdida de

capacidad física, psíquica o intelectual, tienen necesidad de una asistencia y/o ayuda importante para la realización de las actividades de la vida diaria. (Trujillo, Argos, Izquierdo, Mesa, & Zamora, 2022)

Dicho estado de vulnerabilidad y declive funcional deriva en mayor riesgo de resultados adversos en salud, como riesgo de caída, deterioro funcional, disminución de la movilidad, discapacidad, dependencia, institucionalización e incluso la muerte (Vásquez-Márquez & Castellanos-Olivares, 2018). Solo por mencionar un ejemplo, aproximadamente un 30% de las personas mayores de 65 años y un 50% de los mayores de 80 años que viven en la comunidad se caen al menos una vez al año, mientras que los ancianos institucionalizados presentan un incremento en el número de caídas que se producen al año, entre un 39% y un 49% según la literatura especializada (Carballo-Rodríguez, Gómez-Salgado, Casado-Verdejo, Ordás, & Fernández, 2018).

El cuidado a la salud de los adultos mayores requiere de una mirada multidisciplinaria e intersectorial de profesionales comprometidos con su atención, instruidos en el trabajo en equipo enfocado al fomento de las prácticas de autocuidado como una vía para el desarrollo de habilidades en los pacientes y sus cuidadores, de forma que garanticen, en correspondencia con las posibilidades individuales de cada paciente, la prolongación de la vida con calidad, la recuperación o el mantenimiento de la salud y el desarrollo personal (Trujillo, Argos, Izquierdo, Mesa, & Zamora, 2022)

Debido a lo anterior, resulta de vital importancia conocer la prevalencia de los síndromes geriátricos y la evaluación de la capacidad funcional en este grupo etario y la detección oportuna para lograr un abordaje integral.

Objetivos

General: Describir la prevalencia de síndromes geriátricos y su posible asociación con la asistencia para las actividades básicas de la vida diaria en adultos mayores que residen en casa de retiro.

Específicos:

- Describir las características sociodemográficas de la población.
- Identificar prevalencia de síndromes geriátricos.
- Identificar prevalencia de dependencia para las actividades básicas de la vida diaria.
- Describir la relación entre ambas variables.

Metodología

Se trata de un estudio de diseño transversal comparativo entre los síndromes geriátricos y la dependencia para las ABVD en adultos mayores que residen en casa de retiro privada, en el municipio de Corregidora, Querétaro del año en curso.

Para el desarrollo del proyecto se seleccionó el grupo etario de personas mayores que residen en casa de retiro privada. En México, la Norma Oficial Mexicana (NOM-167-SSA1-1997) considera adulto mayor a la persona de 60 años o más.

El universo estimado está conformado por 103 sujetos que conforman el total de adultos mayores que utilizan los servicios de la residencia.

Variables de interés:

- Datos sociodemográficos:
    - Edad
    - Sexo
- Nivel de dependencia: valorada con la escala de Barthel.
    - 0-20: Dependencia total
    - 21-60: Dependencia severa
    - 61-90: Dependencia moderada
    - 91-99: Dependencia escasa
    - 100: Independiente
- Síndromes geriátricos
    - Síndrome de caídas
    - Déficits sensoriales
    - Demencia
    - Depresión
    - Estreñimiento
    - Incontinencia
    - Inmovilidad
    - Insomnio
    - Malnutrición
    - Polifarmacia
    - Úlceras por presión

Se seleccionaron los síndromes geriátricos que por default arroja el sistema de gestión de la residencia.

Para el desarrollo del presente estudio se respetan los principios bioéticos descritos en la Declaración de Helsinki, Código de Nuremberg y según lo dictado en la Ley General de Salud, así como en el reglamento en materia de investigación para la salud en humanos. Se cuenta con un consentimiento informado que proporciona la información completa sobre el estudio a desarrollar, los antecedentes, el objetivo y la privacidad de los datos durante su manejo. De la misma manera se someterá a evaluación por parte del Comité de Bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Resultados

Para el análisis de la base de datos se utilizó el programa SPSS versión 25. A continuación, se muestra el análisis estadístico de las variables demográficas y algunas variables de interés sobre la población en general.

Tabla 1. Género

	n	%
Masculino	26	25.2
Femenino	77	74.8
Total	103	100.0

Tabla 2. Edad

	[X(s)] n = 102
Edad	83.63(6.874)

A continuación, se muestran los datos obtenidos para las demás variables de interés.

Tabla 3. Presencia de síndromes geriátricos

	n	%
Síndrome de caídas	81	78.6
Déficits sensoriales	90	87.4
Demencia	57	55.3
Depresión	30	29.1
Estreñimiento	37	35.9
Incontinencia	48	46.6
Inmovilidad	36	35.0
Insomnio	33	32.0
Malnutrición	25	24.3
Polifarmacia	77	74.8
Úlceras por presión	23	22.3
Total	**103**	**100**

Fuente: Historia clínica médica.

Tabla 4. Dependencia para las ABVD

	n	% válido
Independiente	25	24.5
Cuidados mínimos	34	33.3
Cuidados medios	18	17.6
Cuidados máximos	13	12.7
Cuidados especiales	12	11.8
Total	102	100.0

Fuente: Escala Barthel.

Para analizar la relación entre ambas variables se utilizó la prueba estadística U Mann-Whitney. Se analizó la relación entre los tres síndromes geriátricos de mayor prevalencia.

Tabla 5. ABVD – Síndrome de caídas

		INDEPENDIENTE	CUIDADOS MÍNIMOS	CUIDADOS MEDIOS	CUIDADOS MÁXIMOS	CUIDADOS ESPECIALES	TOTAL
SÍNDORME DE CAÍDAS	SÍ	12	30	13	13	12	80
		48.0%	88.2%	72.2%	100.0 %	100.0 %	78.4%
	NO	13	4	5	0	0	22
		52.0%	11.8%	27.8%	0.0%	0.0%	21.6%
Total		25	34	18	13	12	102
		100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %

U Mann Whitney, p= 0.000150

Tabla 6. ABVD – Déficits sensoriales

		INDEPENDIENTE	CUIDADOS MÍNIMOS	CUIDADOS MEDIOS	CUIDADOS MAXIMOS	CUIDADOS ESPECIALES	TOTAL
DEFICITS SENSORIALES	SÍ	19	30	17	11	12	89
		76.0 %	88.2 %	94.4 %	84.6 %	100. 0%	87.3 %
	NO	6	4	1	2	0	13
		24.0 %	11.8 %	5.6%	15.4 %	0.0%	12.7 %

Total	25	34	18	13	12	102
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

U Mann- Whitney, p= 0.055411.

Tabla 7. ABVD – Polifarmacia

		INDEPENTIENTE	C. MINIMOS	C. MEDIOS	C. MAXIMOS	C. ESPECIALES	Total
POLIFARMACIA	SÍ	16	24	14	13	9	76
		64.0%	70.6%	77.8%	100.0%	75.0%	74.5%
	NO	9	10	4	0	3	26
		36.0%	29.4%	22.2%	0.0%	25.0%	25.5%
Total		25	34	18	13	12	102
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

U Mann-Whitney, p= 0.064295.

Discusión

Como se observa en la tabla 1, predomina el sexo femenino (74.8%) sobre el sexo masculino (25.2%), por lo que en este centro geriátrico tres cuartos de la población están conformados por población femenina. Los síndromes geriátricos de mayor prevalencia son los déficits sensoriales (87.4%), las caídas (78.6%) y la polifarmacia (74.8%), seguido de demencia e incontinencia. Del total de la población el 33.3% se encuentra en la clasificación de cuidados o asistencia mínimos para las ABVD, mientras que el 24.5% de la población no requiere asistencia para las ABVD. Únicamente se encontró significancia estadística al relacionar las AVBD con el síndrome de caídas. De este análisis podemos interpretar que del 100% de las personas con cuidados máximos y especiales presentan síndrome de caídas, mientras que el 52% de las personas independientes no presentan síndrome de caídas. Respecto a este hallazgo en la bibliografía encontramos que aproximadamente entre el 30 % y el 50 % de los adultos mayores sufren caídas cada año, y de ellos el 40% experimenta caídas recurrentes (Pinzón-Espitia, 2021).

De acuerdo con Trujillo et. al. (2022), el aumento de síndromes geriátricos se corresponde con un aumento del grado de dependencia, llegando a presentar un riesgo siete veces superior en aquellos ancianos con más de tres condiciones geriátricas y un riesgo cuatro veces superior en aquellos con dos síndromes geriátricos. En la bibliografía se reconocen como vía final la conocida «cascada de discapacidad y dependencia», donde la aparición de una alteración funcional o clínica precipita otra que tiene a su vez la potencialidad de empeorar la condición inicial o generar una nueva y afectar de esta manera la calidad de vida de la persona mayor, limitando su independencia y autonomía. (Trujillo, Argos, Izquierdo, Mesa, & Zamora, 2022) La identificación de los diferentes síndromes geriátricos permitirá conocer su frecuencia y dar prioridad a actividades de alto impacto en la calidad de vida de los

pacientes, modificando o implantando nuevos programas encaminados a prevenir estos síndromes y así disminuir la morbilidad causada por el síndrome. (Romero-Medina, y otros, 2019)

Los datos obtenidos resultan relevantes debido a que se plantea la relación estadística entre la dependencia para las actividades básicas y el síndrome de caídas, lo cual repercute en varias esferas de la persona mayor. En la literatura se ha identificado que la mayor parte de las caídas ocurre durante las actividades de la vida diaria y, si las mismas suceden de forma recurrente, pueden llevar al individuo a sufrir el síndrome del miedo a nuevas caídas. El miedo a caer es un problema común entre los adultos mayores que viven en la comunidad, incluso para aquellos que aún no han experimentado una caída (Garro Pacheco & Greco, 2022).

Conclusiones

Por un lado, resulta de vital importancia que los prestadores de servicios a la salud, en todos los niveles, conozcan el impacto negativo que tienen los síndromes geriátricos en la calidad de vida y en la capacidad funcional de los adultos mayores.

Por otro lado, y en consecuencia, resulta importante ofrecer a la población adulta mayor los medios para ejercer un mejor control sobre su salud y mejorarla, con el fin de lograr un envejecimiento exitoso, y, sobre todo, intentando mantener en todo momento su autonomía y calidad de vida, respetando siempre sus valores y preferencias.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por CONACYT.

Trabajos citados

Carballo-Rodríguez, A., Gómez-Salgado, J., Casado-Verdejo, I., Ordás, B., & Fernández, D. (2018). Estudio de prevalencia y perfil de caídas en ancianos institucionalizados. *Gerokomos, 29*(3), 110-116.

Garro Pacheco, L., & Greco, M. (2022). Asociación entre el nivel de actividad física, la fuerza de prensión y factores psicológicos sobre la incidencia de caídas en adultos mayores. *Tesis de Grado. Universidad del Gran Rosario*. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.14125/242

Gobernación, S. d. (2021). *La situación demográfica de México*. Obtenido de https://www.gob.mx/conapo/acciones-y-programas/la-situacion-demografica-de-mexico?idiom=es

Miguel, L., Robledo, G., Ávila, A. A., Hernán, R., Campos, M., Ávila, L., . . . Ramírez Garita, E. (2019). Enfermedades crónicas, principal motivo de pérdida de años de vida

saludable en personas mayores. *Boletín INGER*, 14-17.

Parada-Peña, K., Rodríguez-Morera, M., Otoya-Chaves, F., Loaiza-Quirós, K., & León-Quirós, S. (2020). Síndromes geriátricos: caídas, incontinencia y deterioro cognitivo. *Revista Hispanoamericana De Ciencias De La Salud, 6*(4), 201-210.

Pinzón-Espitia, O. L. (2021). Riesgo de caídas: conexión entre la condición física funcional y el envejecimiento. *Revista de Ciencias de la Salud, 19*(3), 1-3. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732021000300001

Romero-Medina, J. L., González-López, A. M., Vázquez-Cruz, E., Gutierrez-Gabriel, I., Montiel-Jarquín, Á., Córdova-Soriano, J. A., & López-Colombo, A. (2019). Síndromes Geriátricos en pacientes de primer nivel de atención médica. *La Prensa Médica Argentina, 105*(5), 270-276.

Salinas-Rodríguez, A., Cruz-Góngora, V. D., & Manrique-Espinoza., B. (2020). Condiciones de salud, síndromes geriátricos y estado nutricional de los adultos mayores en México. *Revista de Salud Pública de México, 62*(6), 777-785.

Trujillo, D. M., Argos, C. d., Izquierdo, A. I., Mesa, I. G., & Zamora, A. L. (2022). Caracterización de la capacidad funcional en adultos mayores. *Rehabilitación Interdisciplinaria, 2*(17), 1-7. doi:doi.org/10.56294/ri202217

Vásquez-Márquez, P., & Castellanos-Olivares, A. (2018). La fragilidad del paciente geriátrico como un indicador de riesgo para complicación postoperatoria. *Revista Mexicanan de Anestesiología, 41*(1), S53-S57.

Resincronización circadiana con un ingrediente de subproductos de cacao

Dafne Velásquez Jiménez[1], Manuel Miranda Anaya[2], Rocio Campos Vega[1*]. [1]Research and Graduate Program in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, 76010 Queretaro, Qro., Mexico. [2] Multidisciplinary Unit for Teaching and Research (UMDI), School of Sciences, Autonomous National University of Mexico. *chio_cve@yahoo.com.mx

Resumen

En nuestro grupo de trabajo se desarrolló un ingrediente de subproductos de cacao (ISC; cascarilla y vaina) rico en compuestos bioactivos (CB). El reloj biológico (RB) puede desincronizarse por la exposición a dietas altas en grasa (DAG). Los compuestos fenólicos y los metabolitos de la fermentación de la fibra pueden resincronizar el RB. Los CB de los subproductos de cacao podrían modular al RB. El objetivo del presente proyecto fué evaluar el efecto del ISC sobre el RB. Se utilizó un modelo murino (48 ratones, c57bl/6) con cuatro grupos: dieta estándar (DS), DS + ISC, DAG y DAG + ISC. Durante 10 semanas los ratones estuvieron en fotoperiodo regular de 12:12h (Luz:oscuridad), 2 semanas de oscuridad constante (DD) y se re-sincronizaron con 2 semanas de fotoperiodo de 12:12h. La actividad locomotora se registró diariamente, el peso y consumo de alimento, semanalmente. El análisis estadístico consistió en un ANOVA de una vía ($p<0.05$). La DAG incrementó el peso corporal mientras que DAG+ISC amortiguó ese efecto. Ambas DAG presentaron una mayor ingesta calórica que las DS. No se observaron cambios significativos en la actividad del fotoperiodo 12:12. La DAG incrementó el periodo de los animales después de 2 semanas en DD; mientras que la DAG+ISC revirtió este efecto, sugiriendo un efecto benéfico directamente en el reloj central. El ISC podría ser utilizado como cronoterapia para modular la desincronización por DAG; sin embargo, es necesario elucidar el mecanismo de acción que se está llevando a cabo.

Palabras clave

Desincronización circadiana, dietas altas en grasa, subproductos de cacao, resincronización.

Abstract

Our work-group developed a functional ingredient made with cocoa by-products with bioactive componds (BCs) The biological clock (BC) can be desynchronized by exposure to high-fat diets (HFD), and CBs therapy could resynchronize it. Phenolic compounds (PCs) and short-chain fatty acids (metabolites from fiber fermentation) could resynchronize the BC. CBs present in cocoa by-products may modulate BC. The objective of this project is to evaluate the effect of an ingredient designed with cocoa by-products over BC. A murine model was performed with 48 C57bl/6 mice divided into four groups: standard diet (SD), SD with 6% of CBI, HFD, and HFD with 6% of CBI. For 10 weeks, animals were submitted to a regular 12/12h photoperiod; afterward, 2 weeks of constant darkness (DD) and then resynchronized for 2 more weeks with a 12/12h-LD photoperiod. Locomotor activity was measured daily; while body weight and food consumption were registered weekly. Statistical analysis consisted of one-way ANOVA ($p<0.05$). HFD diet increased body weight, while HFD-CBI dampened the effect. Both HFDs presented higher caloric intake than SDs. Non-significant changes were observed in activity during the regular 12/12h photoperiod; but HFD increased the animals' period after 2 weeks of DD, while HFD-CBI reverted it, suggesting a positive modulation of the master clock. CBI could be used as chronotherapy to modulate the effects of HFD on the biological clock; however, is necessary to elucidate the action mechanism.

Keywords

Circadian disruption, high fat diets, cacao by-products, resynchronization.

Introducción

El ciclo circadiano hace referencia a los cambios que ocurren en los organismos en un ciclo de alrededor de 24 h y se ve regulado por los relojes biológicos: el reloj central ubicado en el hipotálamo y los periféricos en órganos como hígado, intestino, entre otros (Arola-Arnal *et al.*, 2019). El reloj biológico es modulado por un bucle de proteínas auto-reguladas: las proteínas CLOCK y BMAL forman un dímero en la caja E-box en el núcleo que activa la transcripción de genes de proteínas del reloj (PER1 y 2 y CRY 1 y 2), de las cuales las proteínas PER y CRY migran al núcleo para inhibir la formación del primer dímero mencionado. Al caer la noche el segundo dímero es degradado y el ciclo se reinicia. La sincronización de los genes y proteínas en relojes centrales y periféricos puede ocurrir por diversos factores conocidos como *Zeitgebers* (del alemán: dador de tiempo) siendo el principal la luz, seguido de la ingesta de alimentos y sus componentes (Dufoo-Hurtado *et al.*, 2020).

Estos relojes pueden desincronizarse. De acuerdo con Brown et al., (2019) la desincronización se refleja cuando una variable respuesta (ejemplo, actividad locomotora) se da en forma desfasada al *Zeitgeber* (ejemplo, ciclo de luz/oscuridad). Esta desincronización se puede dar por malos hábitos, como puede ser el consumo de dietas altas en grasa (DAG) (Arola-Arnal et al., 2019). La desincronización circadiana puede llevar a problemas de salud como son desarrollo del síndrome metabólico (Hernández-García *et al.*, 2020) o deterioro neurológico que evoluciona en Alzheimer, Parkinson o esclerosis múltiple (Canever et al., 2023). Los compuestos bioactivos presentes en frutas, hojas o subproductos agroalimenticios tienen el potencial de ser utilizados para modular al reloj biológico por diferentes mecanismos, incluyendo la señalización por hormonas y la mejora en la microbiota intestinal (Huang et al., 2021).

El cultivo y la comercialización del cacao representan una ganancia económica importante para nuestro país, alcanzando valores relevantes (especificar) del producto interno bruto nacional en los últimos años. Si a esto le sumamos que en los próximos años se espera un aumento en la producción y demanda de este cultivo, se abren oportunidades importantes para la mejora en su cadena productiva (México, 2021). En este sentido, el procesamiento de cacao en la industria chocolatera genera subproductos que representan más del 70% del fruto. Actualmente, los subproductos son utilizados principalmente como fertilizante o pienso, a pesar de tener potencial como ingrediente en la alimentación humana, con lo cual se añade valor y se fortalece la economía de los productores de cacao (Vasquez *et al.*, 2019).

En nuestro grupo de trabajo se desarrolló un ingrediente a base de subproductos de cacao (ISC): vaina y cascarilla (1:2, respectivamente). Se encontró que tiene un alto contenido de fibra, así como una variedad de compuestos bioactivos con potencial funcional (Velásquez-Jiménez *et al.*, 2023). Además, se probó su potencial *in silico* para poder modular a las proteínas del reloj, resultando que los compuestos bioactivos presentes pueden interactuar con ellas. De manera que, el objetivo del presente trabajo fué evaluar el efecto del ISC sobre el reloj biológico de un modelo murino desincronizado por DAG.

Metodología

Se trabajó con el ingrediente de subproductos de cacao (ISC) desarrollado como primera parte de este trabajo (Velásquez-Jiménez et al., 2023). Las materias primas fueron obtenidas de una industria chocolatera en Jalpan de Mendez, Tabasco. La vaina de cacao se trató de acuerdo con lo establecido por Velasquez-Jiménez et al., (2023), aplicando un escaldado, extrusión y fermentación en estado sólido con *Rhizopus oligosporus*; mientras que la cascarilla fue secada y molida. El ISC consistió en la mezcla de ambos subproductos en una proporción 2:1 (cascarilla:vaina). En la Tabla 1 se muestra la composición química y bioactiva del ISC utilizado para suplementar las dietas.

Tabla 1. Composición del ingrediente de subproductos de cacao utilizado para el modelo murino.

Compuesto	Cantidad
Humedad[1]	5.14
Lípidos[1]	9.63
Proteína[1]	9.92
Cenizas[1]	7.20
Carbohidratos[1]	68.11
Fibra total[1]	46.98
Fibra insoluble[1]	41.81
Fibra soluble[1]	5.17
Pectina[1]	4.40
Fenoles totales[2]	26.12
Flavonoides totales[3]	354.44
Taninos totales [4]	9.54

[1]: g/100 g. [2]: mg equivalentes de ácido gálico/g de peso seco (PS). [3]: µg equivalentes de rutina/g PS. [4]: mg equivalentes de catequina/g PS. Tomado y adaptado de: Velásquez-Jiménez et al., 2023.

El modelo murino se llevó a cabo de enero a mayo del presente año. Se tuvieron 48 ratones C57bl/6 machos de 12 semanas de edad divididos en cuatro grupos experimentales con respecto a la dieta administrada: dieta estándar, dieta estándar + ISC, DAG y DAG + ISC. La suplementación con el ISC se estableció al 6%, de acuerdo con su composición química y nutraceútica. La composición de las dietas aparece en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición de las dietas utilizadas en el modelo murino.

Dieta	Dieta estándar	Manteca	ISC
Dieta estándar	100	NA	NA
Dieta estándar + ISC	94	NA	6
Dieta alta en grasa[1]	81	19	NA
Dieta alta en grasa + ISC[1]	76	18	6

ISC: Ingrediente de subproductos de cacao. NA: No aplica. [1]: Las dietas altas en grasa se suplementaron con las vitaminas y minerales necesarios para cubrir el requerimiento.

El ensayo tuvo una duración de 14 semanas en total: 10 semanas a fotoperiodo regular con ciclos de luz:oscuridad de 12:12 h, 2 semanas de oscuridad constante y 2 semanas más de resincronización en fotoperiodo regular. De manera semanal se realizó el registro de peso de los animales, así como la ingesta de 24 h, con el fin de evitar intervenciones en la actividad locomotora. Se registró dicha actividad durante las 14 semanas de ensayo utilizando sensores de infrarrojo (Guerrero-Vargas *et al.*, 2021). Durante el fotoperiodo regular se registró la actividad de día, de noche y total para calcular sus proporciones; en el caso de la oscuridad constante se calculó el periodo de los animales durante 14 días.

El análisis estadístico consistió en un ANOVA de una via. Los factores fueron las dietas (estándar, estándar + ISC, DAG, DAG + ISC) y las variables respuesta la ganancia en peso, el consumo de alimento de 24 h, actividad de día, actividad de noche y la duración del periodo. Para la comparación de medias en el caso del registro de peso y de consumo calórico se utilizó prueba de Tukey-Kramer, para el analisis de actividad locomotora fue con prueba de Fischer. Los análisis fueron realizados en el software Minitab 17.

Resultados

El registro de peso corporal se presenta en la Figura 1. Durante las primeras cuatro semanas de ensayo, los animales no presentaron diferencias significativas entre grupos. A partir de la quinta semana se observa que las DAG incrementaron el peso de los ratones, siendo un incremento significativo ($p<0.05$) entre la dieta estándar y la DAG, pero sin diferencias al compararlo con la DAG + ISC; este amortiguamiento permaneció hasta antes del fotoperiodo de oscuridad constante. Al finalizar el ensayo, no existió diferencia entre los grupos alimentados con la DAG (con o sin ingrediente), ni entre los alimentados con dieta estándar. Estas diferencias en el peso en una DAG o una estándar está relacionada a las calorías consumidas por cada grupo.

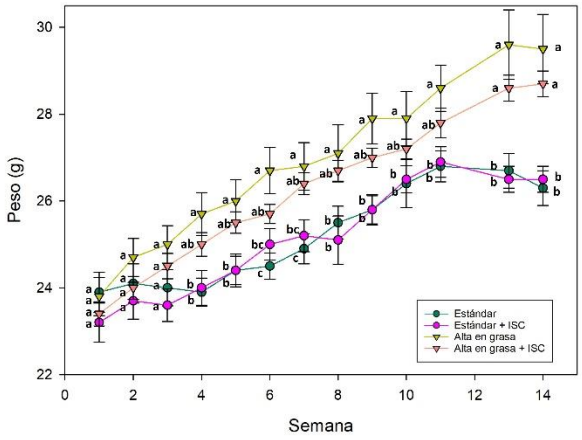


Figura 1. Registro de peso semanal del modelo murino a lo largo de las 14 semanas de ensayo. Los resultados se muestran como media ± error estándar de 12 repeticiones. Literales diferentes indican diferencias significativas por prueba de Tukey-Kramer ($p<0.05$).

El consumo de calorías de 24 h durante las primeras 10 semanas de ensayo se muestra en la Figura 2. Existió un incremento significativo en el consumo calórico en los dos grupos alimentados con DAG con respecto a las dietas estándar. Sin embargo, entre dietas con o sin la suplementación de ISC no se presentó diferencia ($p>0.05$) en la ingesta calórica. Estos resultados nos sugieren que, si bien la suplementación con el ingrediente de cacao no generó una reducción en el consumo de alimento, tampoco produjo un incremento debido a su palatabilidad.

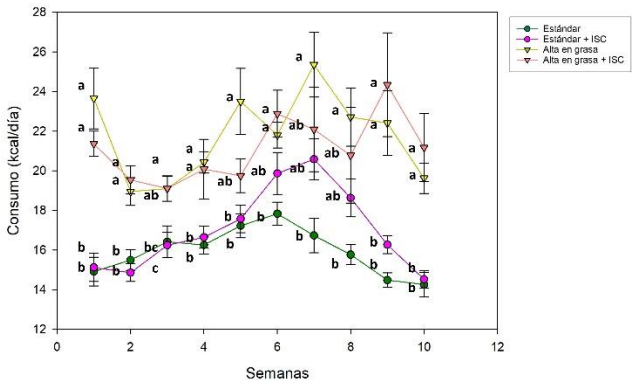


Figura 2. Ingesta calórica de 24 h durante las primeras 10 semanas de ensayo. Los resultados se muestran como media ± error estándar de 12 repeticiones. Literales diferentes indican diferencias significativas por prueba de Tukey-Kramer ($p<0.05$).

La actividad de los animales de experimentación en el foto periodo regular (12:12 Luz:Oscuridad) se muestra en la Figura 3. Para la actividad durante la fase de reposo (Fig. 3A) se encontraron diferencias significativas entre el grupo alto en grasa y el alimentado con dieta estándar suplementada con ISC ($p<0.05$), con 110 % y 88 % comparados con el control, respectivamente; sin embargo, estas diferencias no fueron significativas con respecto al control o al grupo tratado con dieta alta en grasa más 6 % de suplementación con ISC. La Fig. 3B muestra la actividad de los animales de experimentación durante la fase activa, se puede apreciar que existe una diferencia significativa en el grupo con dieta estándar suplementado con ingrediente respecto a los otros tres grupos ($p<0.05$), siendo estadísticamente similares el resto de los tratamientos.

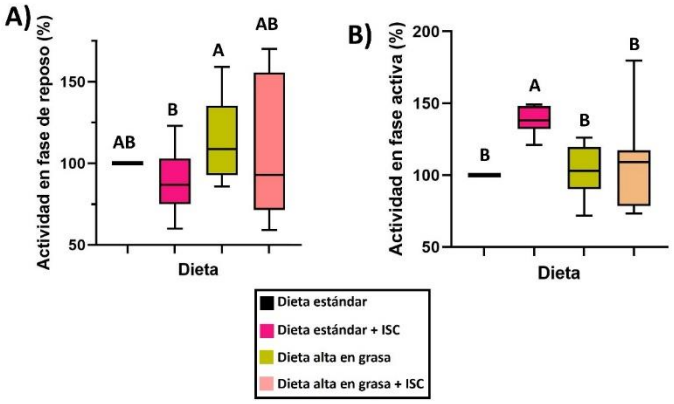


Figura 3. Actividad en la fase de reposo y fase activa. Resultados expresados como media del porcentaje con respecto al control ± error estándar de 12 repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas por semana entre grupos con prueba de Fischer ($p<0.05$). ISC: Ingrediente de subproductos de cacao.

Los resultados del análisis de actividad en oscuridad constante se muestran en la Figura 4. Los actogramas presentados son de una sola unidad experimental representativa de cada grupo y muestran 48 h cada renglón, de forma que los datos se ven duplicados en el renglón siguiente; los 14 días de ensayo se muestran hacia abajo. Los bloques de actividad (en color negro) representan las veces que el ratón pasó por entre los sensores infrarrojos durante 10 min de medición. La línea superior muestra el fotoperiodo anterior, es decir donde se ve la línea blanca indica en qué momento se

encenderían las luces en un fotoperiodo 12:12y la línea negra, el apagado de luces.

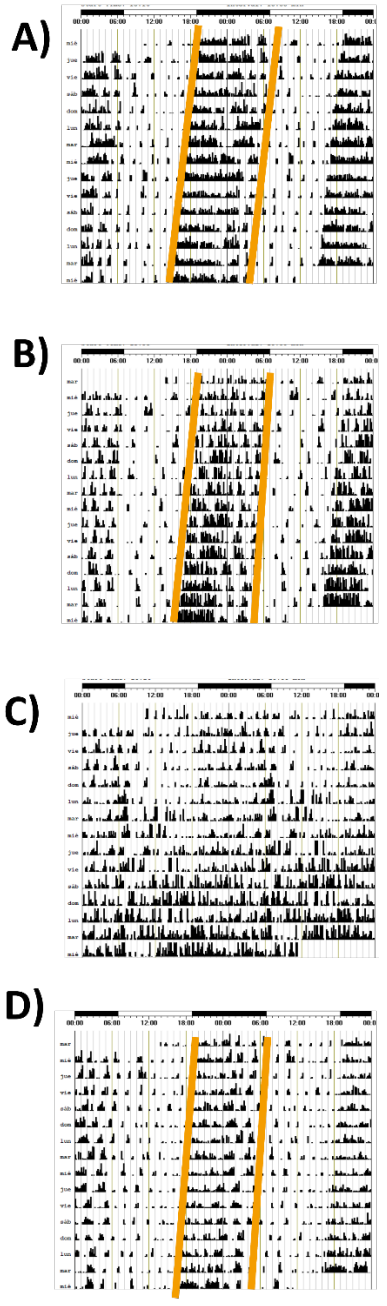


Figura 4. Actogramas y periodogramas en oscuridad constante por 14 días. Actogramas de una sola unidad experimental, representativos de cada grupo. A) Actograma y periodograma del grupo con dieta estándar. B) Actograma y periodograma del grupo con dieta estándar suplementada con 6 % de ingrediente de cacao. C) Actograma y periodograma del grupo con dieta alta en grasa. D) Actograma y periodograma del grupo con dieta alta en grasa suplementada con 6 % de ingrediente de subproductos de cacao.

El actograma del tratamiento con la dieta estándar (Fig 4A) indica un periodo corto, ya que se aprecia como la actividad de los animales se desplaza hacia la izquierda, sugiriendo un periodo menor a las 24 h del día. El tratamiento de la dieta estándar con suplementación del ingrediente (Fig. 4B) resultó similar a la dieta estándar, sugiriendo que el ISC al nivel de suplementación utilizado no afecta de manera negativa al reloj biológico. El grupo tratado con la dieta alta en grasa (Fig. 4C) mostró un actograma desplazado a la derecha, es decir un periodo más largo que 24 h; posteriormente se observa actividad durante todo el día indicando una falta de regulación circadiana. Por último, el tratamiento con el ISC sobre el grupo alimentado con DAG (Fig. 4D) logró revertir el efecto de la grasa sobre la desincronización del reloj, permitiendo obtener un actograma similar al grupo estándar con un periodo aparentemente más corto a las 24 h.

Una vez analizados los actogramas se procedió a calcular el periodo de los animales a través del periodograma de Lomb-Scargle, estos resultados se muestran en la Figura 5. Es posible apreciar que los tratamientos con dieta estándar (con o sin ISC) mostraron un periodo de 23.8 h, lo esperado para ratones C57bl/6 en condiciones de oscuridad constante (Brown et al., 2019). La DAG generó un periodo más largo que 24 h (24.6 h), indicando una desincronización en los animales ocasionada por la dieta. El tratamiento con la suplementación con ISC al 6% mantuvo un periodo similar al control (23.9 h), mostrando un efecto de reversión a la desincronización circadiana generada por la DAG.

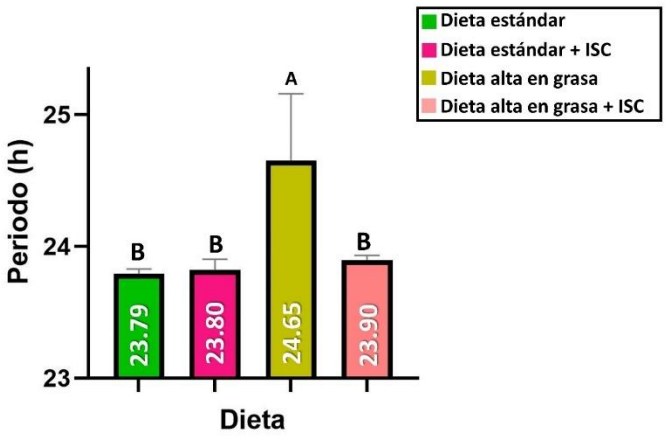


Figura 5. Periodo de los diferentes grupos experimentales del modelo murino. Los resultados se muestran como media ± error estándar de 12 repeticiones. Literales diferentes indican diferencias significativas por prueba de Fischer ($p<0.05$). ISC: Ingrediente de subproductos de cacao.

Discusión y conclusiones

Los resultados del registro de peso corporal (Fig. 1) son similares a los encontrados por Li *et al.* (2018) y (Cremonini *et al.*, 2016). Estos autores utilizaron la suplementación con fibra de bambú al 10% (Li et al., 2016) y epicatequina (Cremonini et al., 2016), encontrando un patrón de crecimiento similar al obtenido en el presente trabajo: los grupos con dieta estándar mantuvieron sus diferencias con respecto a los altos en grasa y hubo una tendencia a evitar la ganancia de peso en el grupo con dieta alta en grasa. Este efecto dependió del tipo de fibra administrada, resultando más marcado cuando se utilizó fibra soluble. Es relevante mencionar que en este ensayo no utilizamos fibra pura, ni un compuesto puro como epicatequina, sino una matriz alimenticia compleja, lo cual pudo atenuar el efecto con respecto a estudios con compuestos aislados.

Al relacionar la ganancia de peso a lo largo del ensayo con el consumo de alimento de 24 h se aprecia que, para el caso de la DAG, los animales consumían las mismas calorías al suplementarse con el ISC pero existió un amortiguamiento no significativo en la ganancia de peso. Esto podría deberse a dos mecanismos de acción distintos. El primero a un efecto de la fibra soluble del ISC sobre las moléculas de grasa, atrapándolas y evitando su acumulación en los tejidos (Adam *et al.*, 2015). El segundo mecanismo podría ser la mediación del gasto energético por la acción de las metilxantinas y flavonoides presentes en el ISC (Xue *et al.*, 2016). Para poder confirmar estos mecanismos sería necesario realizar pruebas adicionales de absorción y metabolismo de lípidos.

Respecto a la actividad durante el fotoperiodo de luz:oscuridad 12:12, no se encontraron diferencias significativas respecto al control. En este caso, la falta de un efecto podría deberse a que, desde los primeros estudios en cronobiología se ha registrado que la luz es el principal Zeitgeber, lo que provoca una sincronización (Daan et al., 1976) que enmascara el efecto de las DAG. A pesar de esto, los resultados nos sugieren que existe una tendencia a la desincronización por la DAG, debido a que los elementos experimentales de los dos tratamientos sometidos a esta dieta mostraron una dispersión más alta respecto a los niveles de actividad (Brown *et al.*, 2019). Estos resultados nos sugieren que existe algún efecto por la DAG, tanto con la suplementación con ISC como sin esta, que no es posible observar en un ciclo de luz-oscuridad regular, por lo que se procedió al estudio de la actividad de los animales en una condición de oscuridad constante con la mínima intervención posible.

La evaluación que se realizó en oscuridad constante nos permitió obtener información acerca del periodo real de los animales, es decir cuánto tiempo dura su oscilación interna sin ningún tipo de sincronizador externo como pueden ser el encendido de las luces o la intervención humana. Las DAG pueden generar este alargamiento del periodo de los animales desde una semana de exposición a las mismas y acumulándose el efecto conforme incrementa la exposición; sin embargo, si el consumo de estas se detiene el efecto puede revertirse (Branecky *et al.*, 2015). En el caso del presente trabajo la suplementación con el ISC logró equiparar el efecto de un cambio de hábitos donde se reduce el consumo de grasa, pero sin suprimir la ingesta de este nutriente. Los resultados obtenidos son similares a lo obtenido por Soliz-Rueda *et al.* (2022), donde al suministrar 0.75 mg de compuestos fenólicos provenientes de

semilla de uva, con una composición similar a los presentes en el ISC lograron revertir la descompensación en la actividad locomotora debido a la exposición de DAG y variaciones en el fotoperiodo. Estos resultados indican que los compuestos presentes en el ISC están regulando el reloj biológico, pudiendo estar modulando al reloj central.

En conclusión, se evaluó el potencial del ISC para modular al reloj biológico a través de pruebas de actividad locomotora, encontrando que tiene la capacidad de revertir la desincronización del reloj biológico ocasionada por una dieta alta en grasa.

Referencias bibliográficas

Adam, C. L., Thomson, L. M., Williams, P. A., & Ross, A. W. (2015). Soluble fermentable dietary fibre (pectin) decreases caloric intake, adiposity and lipidaemia in high-fat diet-induced obese rats. *PloS one, 10*(10), e0140392.

Arola-Arnal, A., Cruz-Carrión, Á., Torres-Fuentes, C., Ávila-Román, J.*, et al.* (2019). Chrononutrition and polyphenols: Roles and diseases. *Nutrients, 11*(11).

Branecky, K. L., Niswender, K. D., & Pendergast, J. S. (2015). Disruption of daily rhythms by high-fat diet is reversible. *PloS one, 10*(9), e0137970.

Brown, L. A., Fisk, A. S., Pothecary, C. A., & Peirson, S. N. J. B. (2019). Telling the time with a broken clock: Quantifying circadian disruption in animal models. *8*(1), 18.

Canever, J. B., Queiroz, L. Y., Soares, E. S., de Avelar, N. C. P., & Cimarosti, H. I. (2023). Circadian rhythm alterations affecting the pathology of neurodegenerative diseases. Journal of Neurochemistry, 144, 105029.

Cremonini, E., Bettaieb, A., Haj, F. G., Fraga, C. G.*, et al.* (2016). (-)-epicatechin improves insulin sensitivity in high fat diet-fed mice. *Archives of Biochemistry and Biophysics, 599*, 13-21.

Dufoo-Hurtado, E., Wall-Medrano, A., & Campos-Vega, R. (2020). Naturally-derived chronobiotics in chrononutrition. *Trends in Food Science & Technology, 95*, 173-182.

Guerrero-Vargas, N. N., Zárate-Mozo, C., Guzmán-Ruiz, M. A., Cárdenas-Rivera, A.*, et al.* (2021). Time-restricted feeding prevents depressive-like and anxiety-like behaviors in male rats exposed to an experimental model of shift-work. *Journal of Neuroscience Research, 99*(2), 604-620.

Hernández-García, J., Navas-Carrillo, D., Orenes-Piñero, E. J. C. R. i. F. S., & Nutrition. (2020). Alterations of circadian rhythms and their impact on obesity, metabolic syndrome and cardiovascular diseases. *60*(6), 1038-1047.

Huang, J. Q., Lu, M., & Ho, C. T. (2021). Health benefits of dietary chronobiotics: beyond resynchronizing internal clocks. *Food & Function, 12* (14), 6136-6156.

Li, X., Fu, B., Guo, J., Ji, K.*, et al.* (2018). Bamboo shoot fiber improves insulin sensitivity in high-fat diet-fed mice. *Journal of Functional Foods, 49*, 510-517.

México, G. d. (2021, 10/02/2021). El cacao, "alimento de los dioses". Retrieved from https://www.gob.mx/fnd/articulos/el-cacao-alimento-de-los-dioses?idiom=es

Soliz-Rueda, J. R., López-Fernández-Sobrino, R., Bravo, F. I., Aragonès, G.*, et al.* (2022). Grape seed proanthocyanidins mitigate the disturbances caused by an abrupt photoperiod change in healthy and obese rats. *14*(9), 1834.

Vasquez, Z. S., de Carvalho Neto, D. P., Pereira, G. V. M., Vandenberghe, L. P. S.*, et al.* (2019). Biotechnological approaches for cocoa waste management: A review. *Waste Manag, 90*, 72-83.

Velásquez-Jiménez, D., Luzardo-Ocampo, I., Gaytán-Martínez, M., & Campos-Vega, R. (2023). Design and characterization of a solid-state fermented cacao pods and husk-based functional ingredient to potentially modulate circadian rhythm-associated proteins. *Food Bioscience*, 103199.

Xue, B., Xie, J., Huang, J., Chen, L.*, et al.* (2016). Plant polyphenols alter a pathway of energy metabolism by inhibiting fecal bacteroidetes and firmicutes in vitro. *Food & Function, 7*(3), 1501-1507.

Conocimiento y actitud sobre donación y trasplante de órganos en adultos jóvenes.

Autor: Leticia Garrido Colín, Residente en Medicina Familiar.

UMF 6 San Juan del Río, Querétaro, IMSS

lgarridocolin@yahoo.com.mx

Asesor: Med. Fam. Verónica Escorcia Reyes

Colaborador: Med. Fam. Erasto Carballo Santander.

Resumen

Objetivo: Determinar el conocimiento y actitud en donación y trasplante de órganos en adultos jóvenes. Materiales y métodos: Estudio transversal descriptivo en adultos jóvenes de 25 a 59 años, derechohabientes de la Unidad de Medicina Familiar No.6, IMSS, San Juan del Río, Querétaro. Tamaño de muestra: fórmula de porcentaje para población infinita (n=217), técnica muestral no aleatoria, por cuota. Se aplico un cuestionario con 34 preguntas y un instrumento de recolección con variables sociodemográficas (edad, sexo, estado civil, escolaridad, ocupación, religión y presencia de hijos, actitud y conocimiento). Análisis estadístico incluyo promedios, porcentajes, intervalos de confianza para promedios y porcentajes. Resultados: edad promedio: 38.6 años, predominó el sexo femenino: 61.3%, estado civil: casado en 47.5%, Escolaridad: educación media 31.3%, ocupación empleado: 49.8%, católicos: 55.8%. Donarían sus órganos: 63.6% y lo harían por solidaridad, el 36.4 % no donaría sus órganos, el 12.4% no expresaron sus razones y un 6.9% no lo harían por temor a que tomen sus órganos antes de estar muerto. El 56.7% no ha comentado el tema de la donación con su familia, un 53.5% no conoce el concepto de muerte encefálica, el 39.2% comentan que su información hacia la donación es escasa. Conclusión: Los mitos, creencias y desconocimiento prevalecen en los adultos jóvenes, que en su conjunto poseen un bajo nivel de conocimiento, pero buena actitud hacia la donación y trasplante de órganos.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento, Actitud, Donación, trasplante, órganos.

Summary

Objective: Determine the knowledge and attitude towards organ donation and transplantation in young adults. Materials and methods: Descriptive cross-sectional study in young adults aged 25 to 59, beneficiaries of the Family Medicine Unit No.6, IMSS, San Juan del Río, Querétaro. Sample size: percentage formula for infinite population (n=217), non-random sampling technique, by quota. A questionnaire was applied with 34 questions and a collection instrument with sociodemographic variables (age, sex, marital status, education, occupation, religion and presence of children, attitude and knowledge). Statistical analysis included averages, percentages, confidence intervals for averages and percentages. Results: average age: 38.6 years, female predominance: 61.3%, marital status: married 47.5%, Education: secondary education 31.3%, employed occupation: 49.8%, Catholics: 55.8%. They would donate their organs: 63.6% and they would do it out of solidarity, 36.4% would not donate their organs, 12.4% did not express their reasons and 6.9% would not do it for fear that their organs would be taken before they were dead. 56.7% have not discussed the topic of donation with their family, 53.5% do not understand the concept of brain death, 39.2% comment that their information

regarding donation is scarce. Conclusion: Myths, beliefs and ignorance prevail in young adults, who as a whole have a low level of knowledge, but a good attitude towards organ donation and transplantation.

KEYWORDS: Knowledge, Attitude, Donation, transplant, organs.

Introducción

Hoy en día el trasplante de órganos es una intervención de salud pública básica para población vulnerable que requiere mejorar su calidad de vida o sobrevivir al deceso. Existe una importante escasez de órganos para trasplantes y México presenta una de las tasas más bajas de donación de órganos, no cumpliendo la cobertura recomendada por la OMS que es de 20 donadores PMH. En múltiples estudios se ha abordado esta problemática multifacética que influye hacia la donación. El conocimiento general sobre la donación de órganos es un predictor significativo tanto para disposición de ser donador como de las actitudes hacia la donación de órganos (Marvan,2022). Esta cultura urbana influye en la negativa de las familias para consentir la donación del familiar fallecido. Como individuo, que formamos una familia e integramos una comunidad es esencial la participación activa de la población mexicana en la concientización y sensibilización hacia la donación de órganos. Para abordar esta problemática existente el presente estudio tiene como objetivo general: Determinar el conocimiento y actitud en donación y trasplante de órganos en adultos jóvenes, siendo trascendental conocer que se cree, que se sabe y que se hace, respecto a la donación y trasplante de Órganos específicamente en San Juan del Rio Municipio de Querétaro. Para tal fin se presenta el presente estudio con el enfoque de identificar la cultura urbana que prevalece en nuestra población San Juanense.

Metodología

Diseño de la investigación: Estudio observacional, transversal descriptivo. Definición de la población: Adultos jóvenes de 25 a 59 años, derechohabientes de la Unidad de Medicina Familiar No.6, IMSS, San Juan del Río, Querétaro.

Lugar de la investigación: Unidad de Medicina Familiar No.6, IMSS, San Juan del Río Querétaro.

Tiempo de estudio: 3 meses a partir de la autorización del Comité Local de Investigación y Comité de Ética.

Grupos de estudio: un solo grupo de adultos jóvenes de 25 a 59 años, derechohabientes de la Unidad de Medicina Familiar No.6, IMSS, San Juan del Río, Querétaro.

Criterios de inclusión: Derechohabientes que autoricen participar en el estudio, con carta de consentimiento informado. Derechohabientes que no sepan leer y escribir que autoricen que el investigador aplique el cuestionario.

Criterios de exclusión: Discapacidad auditiva, motriz o visual, embarazadas.

Criterios de eliminación: Derechohabientes que en cualquier momento de la encuesta decida abandonar la investigación. Cuestionarios incompletos.

Tamaño de muestra. Cálculo con formula de porcentaje para población infinita Z&= nivel de confianza 0.95%, una zona de rechazo = 1.64 p = proporción establecida en la hipótesis = 0.735, q = 1-p= 0.65, d=margen de error =0.05, n= 217 pacientes.

Técnica muestral: técnica no aleatoria. Muestreo por cuota.

Instrumentos de recolección.

1. Variables Sociodemográficas: edad, sexo, ocupación, escolaridad, estado civil, religión, presencia de hijos, conocimiento y actitud).

2. Cuestionario validado de "PCID–DTO Ríos": Cuestionario del Proyecto Colaborativo Internacional Donante sobre Donación y Trasplante de Órganos. De dicho cuestionario se evaluó la actitud y conocimiento de los adultos jóvenes de la UMF 6, hacia la donación de órganos. El cuestionario incluyó 34 preguntas de opción múltiple distribuidas en cuatro factores: Factor I: Información y conocimiento acerca de donación y trasplante de órganos, Factor II Interacción social, Factor III Conducta prosocial, Factor IV Actitud hacia el cuerpo y la donación. Este instrumento presenta un total de coeficiente de fiabilidad α de Cronbach de 0.92.

Análisis estadístico se utilizó Programa estadístico SPSS versión 27, promedios, porcentajes, e intervalos de confianza para promedios y porcentajes.

Resultados

Variables Sociodemográficas:

La edad promedio de los participantes fue de 38.66 años (I.C. 95%; 37.4 – 39.9).

Predominó: sexo femenino en 61.3%.

Estado civil: casado(a) con 47.5% y soltero en un 30%.

Escolaridad: media superior en un 31.3% y un 25.8 el nivel universitario.

Ocupaciones principales: empleados en 49.8% y obreros con el 15.2%.

Religión predominante fue católica en 55.8%

Descendencia de 1-3 en 56.7%.

Cuestionario "PCID–DTO Ríos"

Factor I. De Información y conocimiento acerca de la donación y trasplante de órganos (n=217).

El conocimiento de concepto de muerte encefálica el 53.5 % lo desconocen, el 40.6% no lo saben y un 6.0% conocen el concepto, la autopercepción de su información sobre la donación de órganos el 25.8% considera que es buena, el 39.2 % es escasa y un 23.0% es normal. En relación al conocer a algún trasplantado el 68.2% no conoce, y algún donante el 85.7% fue negativo. Un 87.6% refieren que las necesidades de órganos no están cubiertas en México. La fuente donde han obtenido información sobre la donación de órganos es la televisión en un 55.8%.

Tabla 1. Variables de información y conocimiento acerca de la DOCT (n=217)

Variable			IC 95%	
		Porcentaje	Inferior	Superior
Concepto de muerte encefálica	**Si**	**6.0**	2.8	9.2
	No	53.5	46.9	60.1
	No lo sé	40.6	34.1	47.1
Autovaloración de la propia información	Escasa	39.2	32.7	47.7
	Buena	**25.8**	20.0	31.6
	Normal	23.0	17.4	28.6
Conoces a algún trasplantado	**No**	**68.2**	62.0	74.4
	Si	31.8	25.6	38.0
Conoces a algún donante	**No**	**85.7**	81.0	90.4
	Si	14.3	19.0	9.6
Necesidades de órganos cubiertas en México	**No**	**87.6**	83.2	92.0
	Si	12.4	16.8	8.0
Fuentes de información sobre la donación	Televisión	55.8	49.2	62.4
	Otros	**28.1**	22.0	34.0

Factor II. Variables de Interacción Social (n= 217) (IC 95%) un 82.0% desconocen la opinión paterna y el 75.1% la opinión materna y 62.7% de la pareja. En relación al comentario con familiares acerca de la DOCT el 43.3% no lo han abordado y en su círculo social un 68.7% no se ha planteado.

Tabla 2. Variables de Interacción Social (n=217)

Variable			IC 95%	
		Porcentaje	Inferior	Superior
Conocimiento de la opinión materna	**Favorable**	**18**	25.1	37.5
	Desconozco	75.1	7.7	16.3
	En contra	**6.9**	76.9	87.1
Conocimiento de la opinión paterna	**Favorable**	**12**	12.9	23.1
	Desconozco	82	69.3	80.9
	En contra	**6**		
Conocimiento de la opinión de la pareja	**Favorable**	**32.3**	23.6	38.5
	Desconozco	62.7	56.3	69.1
	En contra	**5**	2.2	8.0
Comentario en el circulo social	**No**	**68.7**	36.7	49.9
	Si	31.3	62.5	74.9

Factor III. Variables de Conducta Pro-Social (n=217) (95%) el 52.1% estaría dispuesto a realizar actividades prosociales un 16.1% no participarían en estas acciones, donadores de sangre un 33.2% ocasionalmente han donado, el 14.3% no aceptan ser donadores, el 63.6% donarían sus órganos y el 20.7% no los donarían.

Tabla 3. Variables de Conducta Pro-Social (n=217)

Variable			IC 95%	
		Porcentaje	Inferior	Superior
Realizas actividades prosociales	**Habitualmente**	**8.3**	15.8	26.6
	Ocasionalmente	23.5	11.6	21.6
	No participaré	**16.1**	42.6	56.0
	Estaría dispuesto	52.1	8.4	17.4
Eres donante de sangre	**Habitualmente**	**5.1**	2.2	8.0
	Ocasionalmente	33.2	26.9	39.5
	Estaría dispuesto	**47.5**	40.9	54.1
	No lo haré	14.3	9.6	19.0
Donarías tus órganos	Si	63.6	57.2	70.0
	No	**20.7**	15.3	26.1

Factor IV. Variables de Actitud hacia el cuerpo y a la donación (n=217) (95%). Las razones de donación al fallecer son solidaridad en 43.8%, y reciprocidad en 38.7%, razones de no donación al fallecer el 12.4% no expresaron sus razones, 6.9% no donarían por miedo a la toma de órganos antes de morir. La actitud hacia el cuerpo al fallecer un 38.2% aceptarían una incineración propia o de un familiar.

Tabla 4. Variables de Actitud hacia el Cuerpo y a la donación (n=217)

Variable			IC 95%	
		Porcentaje	Inferior	Superior
Razones de donación al fallecer	**Solidaridad**	**43.8**	37.2	50.4
	Reciprocidad	38.7	32.2	45.2
	Obligación moral	**19.4**	14.1	24.7
Razones de no donación al fallecer	No quiero expresar mis razones	12.4	8.0	16.8
Miedo a la toma de órganos antes de morir		6.9	3.5	10.3
Ante tu propia muerte o de un familiar, estás de acuerdo	**Incineración**	**38.2**	31.7	44.7
	Inhumación	34.6	28.3	40.9
	Autopsia	**27.2**	21.3	33.1

Discusión

Hay presencia de estudios que han reportado que el conocimiento y la actitud son factores que influyen en la aceptación o negación hacia la donación y trasplante de órganos, por lo que el presente estudio, pudiera ser un reflejo del conocimiento y actitud sobre donación de órganos en los derechohabientes del IMSS de la Unidad Médica Familiar 6 de San Juan del Rio Querétaro.

Los resultados en la muestra estudiada, en relación a la actitud favorable para la donación de órganos postmortem fue del 63.6% es decir, los jóvenes adultos reconocen la importancia de donar sus órganos y las razones principales es por solidaridad y reciprocidad, información consistente con un estudio previo realizado en México -Guanajuato (Martínez, M. 2017).

El 68.2% de los entrevistados no conocían a alguien que necesitara o hubiese recibido un trasplante de órgano, el 55.8% refieren que la principal fuente de información sobre donación de órganos fue la televisión, lo que concuerda con el estudio realizado en Morelia, Michoacán. (Zamora, A. 2018).

En relación al grado de conocimientos en los adultos jóvenes la opinión de una persona con muerte cerebral se puede recuperar y vivir normal el 53.5 % afirmo que no lo sabían, datos que concuerdan con los resultados por (Santibañez-Velazquez,2016).

La difusión del tema de donación y trasplante de órganos, debe fomentarse en edades tempranas, haciendo énfasis en adultos jóvenes de 25 a 59 años de edad, fomentando la sensibilización para poder incrementar en el futuro la donación en México, específicamente en el Municipio de San Juan del Río Querétaro y así disminuir la discrepancia que existe entre donador y receptor, lo cual se refleja en las bajas tasas de donantes vivos que actualmente existen en nuestro país, repercutiendo de manera drástica en la calidad de vida del receptor de su familia y por ende en la comunidad a nivel estatal y nacional , así mismo el fuerte impacto económico al Sistema de Salud de nuestro país.

Conclusiones

Este estudio evidencia la necesidad de Acciones de promoción, difusión, sensibilización hacia la donación de órganos, dirigidos a adultos jóvenes brindándoles herramientas adecuadas que les permita fomentar la cultura de la donación de órganos en su familia, circulo social y comunidad en general.

El nivel de las actitudes favorables hacia la donación de órganos postmortem es aceptable, los entrevistados consideran la importancia de la donación de órganos, en su mayoría los participantes afirmaron la disposición de donar sus órganos.

El conocimiento general sobre la donación de órganos es pronostico significativo para la disposición de ser donador, los mitos, creencias, desconocimiento hacia la donación y trasplante de órganos en adultos jóvenes al momento prevalece, esta cultura influye en la población San Juanence con negativa a la donación de órganos.

La coordinación intersectorial es crucial en el Fomento de la Cultura hacia la donación de órganos, es imprescindible la participación de todos los sectores económico, político, educativo, salud, empresarial en el éxito de una cultura favorable que coadyuve en el mejoramiento de las tasas de donación.

Referencias bibliográficas.

1. Aburto, M. JS, Romero, M.J., Gavilondo N. F.B (2022) Donación y trasplantes de Órganos y Tejidos en México Cinco Décadas de Evolución y Perspectivas. *Enciclopedia Médica [Internet*] https://www.asieslamedicina.org.mx/donacion-y-trasplantes-de-organos-y-tejidos-en-mexico-cinco-decadas-de-evolucion-y-perspectivas/

2. Centro Estatal de Trasplantes de Querétaro (2022)http://cetqro.gob.mx/cetqro/estadistica/2022/historico_organos.html

3. Centro Nacional de Trasplantes (2019) *Guía del Coordinador Hospitalario de Donación de Órganos y Tejidos con fines de Trasplante en México [Internet*] México: Secretaría de Salud https://cenatra.salud.gob.mx/transparencia/Compendio_Guxa_del_Coordinador_H..pdf

4. Ley General de Salud Titulo décimo cuarto, Capitulo ll Art. 321 de marzo de 2014 (México). https://www. diputados.gob.mx.

5. Martínez, M., López, R, Reyes, M (2017) Actitud hacia la donación de órganos en los principales hospitales generales del estado de Guanajuato. *Rev. Mex Traspl, vol* 6 (1), 6-11.

6. Marvan, M. L. et al. (2022) Conocimientos y actitudes hacia la donación de órganos en una muestra de médicos de dos hospitales en México. *Gac. Méd. Méx* [online]. *vol.158* (5), 299-304. Epub 18-Nov-2022. ISSN 2696-1288. https://doi.org/10.24875/gmm.22000049.

7. Ríos. Z.A. (2018). Proyecto Colaborativo internacional donante. *Revista de Cirugía Española, 96*(2), 69–75. https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2017.11.009

8. Santibáñez V. M., Olguin S., E., & A., A. V. (2016). Muerte encefálica: actitud y conocimientos del personal médico en un hospital de especialidades. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 706–712.

9. Zamora, A., Diaz, Y. (2018) Factores que inciden en la cultura de donación de Órganos en Morelia, Michoacán: hacía una propuesta de política clínica. *Tla-melaua vol*. 12 (44), 98-119. ISSN 2594-0716.

Fotoperiodos irregulares sobre actividad e ingesta en *Neotomodon alstoni*.

Revueltas-Guillen María Fernanda, Arellanes-Licea Elvira del Carmen, Miranda-Anaya Manuel.

[1] Unidad Multidiciplinaria de Docencia e Investigación, Universidad Nacional Autónoma de México Juriquilla, Querétaro, Méx.

frevueltas@hotmail.com

Resumen

La desincronización circadiana está vinculada a patrones irregulares de actividad e ingesta y estos a su vez se vinculan con el desarrollo de obesidad. En el ratón *Neotomodon alstoni* existen subpoblaciones que se mantienen delgados y otras que desarrollan obesidad en etapas tempranas. En los obesos está alterada la organización del sistema circadiano que se refleja en cambios en los patrones de actividad motora e ingesta de alimento.

Este trabajo buscó determinar si en ratones machos delgados *N. alstoni* la exposición a un fotoperiodo irregular induce alteraciones en la distribución de actividad locomotriz en foto y escotofase, patrones alterados de ingesta, así como en la expresión relativa de Per-1 en tejido diencéfalico. El protocolo de fotoperiodo irregular duró 12 semanas, en las cuales se realizó el registro de actividad locomotriz e ingesta de alimento y al finalizar el protocolo los animales fueron eutanasiados y se colecto el diencéfalo. Utilizando el tejido diencefálico se midió la expresión relativa del ARNm de Per-1 con la técnica de RT-qPCR.

Se encontró que, comparado contra el grupo control, los ratones expuestos por doce semanas a ciclos irregulares de iluminación no mostraron efecto significativo en el peso corporal. Sin embargo, el grupo experimental presentó una reducción en la cantidad de actividad locomotriz, tuvieron una mayor ingesta de alimento durante la fase diurna y la expresión relativa de Per-1 en el diencéfalo fue menor en la fase nocturna.

Palabras clave: Desincronización, fotoperiodo irregular, *Neotomodon alstoni*, Per-1.

Summary

Circadian desynchronization is linked to irregular patterns of activity and intake, which in turn are associated with the development of obesity. In the *Neotomodon alstoni* mouse, there are subpopulations that remain lean while others develop obesity at early stages. The obese individuals exhibit altered organization of the circadian system, reflected in changes in patterns of motor activity and food intake.

This study aimed to determine whether exposure to an irregular photoperiod induces alterations in the distribution of locomotor activity during the light and dark phases, as well as disrupted intake patterns and relative expression of Per-1 in the diencephalic tissue of lean male *N. alstoni* mice. The irregular photoperiod protocol lasted for 12 weeks, during which locomotor activity and food intake were recorded. At the end of the protocol, the animals were euthanized, and the diencephalon was collected. The relative expression of Per-1 mRNA was measured using RT-qPCR on diencephalic tissue.

It was found that, compared to the control group, mice exposed to irregular lighting cycles for twelve weeks did not show a significant effect on body weight. However, the experimental group showed a reduction in locomotor activity, had increased food intake during the daytime, and the

relative expression of Per-1 in the diencephalon was lower during the nighttime.

Keywords: Desynchronization, irregular photoperiod, *Neotomodon alstoni*, Per-1

Introducción

La mayoría de las funciones fisiológicas oscilan a lo largo del día según un programa temporal interno conocido como "el reloj circadiano", que regula muchos aspectos conductuales y fisiológicos. Estos ritmos biológicos se presentan en un gran número de organismos a muchos niveles, lo que les brinda una ventaja para adaptarse a su ambiente (Aguilar-Roblero et al., 2015).

A nivel celular, los ritmos circadianos están codificados genéticamente por un reloj molecular y se generan principalmente por una doble asa de activación e inhibición entre distintos "genes de reloj circadiano" y sus productos de transducción y transcripción, en un tiempo interno de aproximadamente 24 horas en ausencia de estímulos externos (Menaker et al., 2013). Esta asa de retroalimentación es accionada en mamíferos por 4 proteínas, dos activadoras (CLOCK y BMAL1) y dos represoras (PER y CRY), participando enzimas kinasas y fosfatasas como reguladoras de la localización, estabilidad y degradación de estas proteínas (Hardin et al., 2013). CLOCK y BMAL1 se unen para formar un heterodímero que al unirse a una caja E funciona como factor de transcripción de Cryptocromo 1 y 2 (mCRYs) y PERIOD 1 y PERIOD2, (mPERs) y de otros genes controlados por el reloj. En el citoplasma PER y CRY se heterodimerizan y se traslocan al núcleo donde inhiben la transcripción de CLOCK y BMAL1. Posteriormente son marcadas con ubiquitina y degradadas, lo que permite que disminuya la represión de CLOCK y BMAL1 y comience el ciclo de nuevo. La función principal de esta primera asa de retroalimentación es determinar el periodo de 24 horas (Hardin et al., 2013).

La segunda asa de retroalimentación es iniciada con la activación transcripcional en la fase circadiana opuesta, de receptores nucleares huérfanos (RORα, β, ɣ) y la inhibición de REV-ERBα/REV-ERBβ. Esta asa impulsa cambios rítmicos en la transcripción de BMAL1 además de inducir un retraso en la expresión de mCRY1. Estas asas de retroalimentación entrelazadas y cooperativas optimizan el tiempo de expresión génica en la fisiología local al mantener robustez en los ritmos circadianos contra el ruido y la perturbación ambiental (Hardin et al., 2013).

Estos "genes de reloj circadiano" no son exclusivos de esta maquinaria, si no que participan, además, en muchos procesos metabólicos dependiendo del tejido en que se encuentren. Mutaciones en estos genes esenciales para el funcionamiento del núcleo del reloj circadiano, han mostrado fenotipos que desarrollan obesidad. Tal es el caso de los ratones machos con deficiencia en los genes Per1, 2 y 3 que ganan una mayor masa corporal al alimentarse con dietas altas en grasa comparados con el tipo silvestre (Dallmann et al., 2010).

La oscilación del asa molecular del reloj del reloj circadiano se presenta potencialmente en todas las células nucleadas del organismo, sin embargo, en algunos casos existen estructuras anatómicas que dominan sobre otras en su regulación circadiana, por lo que existen osciladores marcapasos y osciladores periféricos. Los mamíferos cuentan con un marcapasos central y con múltiples osciladores en sus tejidos periféricos, que se conectan formando un sistema circadiano jerárquico, el cual regula las salidas de estos ritmos (Dibner et al, 2010; Menaker et al, 2013). El núcleo supraquiasmático (NSQ), en el hipotálamo, es la estructura anatómica que funciona como oscilador central o maestro; mediante señales neurales y humorales se encarga de regular la fase y la amplitud de los osciladores periféricos, sincronizándolos así con los ciclos ambientales. Los ritmos de estos osciladores periféricos suelen tener una fase distinta entre ellos, con el fin de que

cada uno tenga la capacidad de ajustarse a los ciclos externos mediante la modificación de las propiedades de respuesta para cada uno de los tejidos (Yamazaki et al., 2000). Esta sincronización entre comportamiento y metabolismo genera una optimización del balance de energía. Esta ruta parece ser bidireccional, ya que el reloj tiene la capacidad de regular el consumo de energía junto con algunas rutas metabólicas. Así mismo el comportamiento de alimentación y la composición nutrimental afectan los relojes circadianos periféricos, lo que produce una alteración en la salida de estos estímulos (Summa et al., 2014).

La desincronización de estos ritmos está ligada a factores que producen obesidad y síndrome metabólico; de igual manera puede resultar en la interrupción de la comunicación entre el núcleo supraquiasmático y otras regiones del hipotálamo, donde están las áreas involucradas en la actividad de ingesta de alimento, o interrumpiendo la relación entre el mecanismo a nivel molecular del reloj circadiano y la regulación celular del metabolismo de lípidos. Diversos estudios en ratones obesos muestran que la sincronización de la actividad circadiana de actividad motriz es poco robusta, presentan sueño fragmentado y una reducción en la amplitud de actividad durante la noche (Miranda-Anaya *et al*., 2018).
El ratón de los volcanes, *Neotomodon alstoni* es una especie nocturna endémica del cinturón neo-volcánico trans-mexicano, en la zona central de México; donde habita en los zacatonales localizados en los estados de Morelos, Michoacán, Veracruz y el estado de México. Altitudinalmente se distribuye entre los 2600 y los 4600 m. Vive en madrigueras y tiene una dieta omnívora basada en granos e insectos, que parece no variar de acuerdo con la época del año. Actualmente, *N. alstoni* es considerado como una especie de preocupación menor, de acuerdo con la lista roja de la IUCN (Álvarez et al., 1993).

Normalmente los ratones adultos pesan de 30 a 45 gramos, sin embargo, cuando se mantiene en cautiverio y en acceso libre al alimento, parte de los individuos tienden a desarrollar obesidad, ya notable desde los 6 meses. Incluso cuando todos los animales permanecen en el mismo régimen de alimenticio algunos siguen siendo delgados mientras que otros incrementan su peso hasta volverse obesos. Esta especie ha sido objeto de diversos estudios conductuales y fisiológicos incluyendo los ritmos circadianos de actividad locomotriz y funciones metabólicas dependientes del sexo, del ciclo sueño-vigilia y de señalización neural de la regulación de la ingesta (Miranda-Anaya *et al*., 2019).

Los ratones *N. alstoni* obesos son menos eficientes en la resincronización fótica (Miranda-Anaya et al., 2019), mostrando menores cambios de fase que los que realizan los ratones delgados. Además, mantienen incrementos en los niveles de leptina e insulina, lo que puede indicar una posible resistencia a las señales de saciedad (Carmona et al., 2012) y muestran predisposición a mostrar fluctuaciones en variaciones día-noche en parámetros de estrés oxidativo. Los ratones obesos muestran algunos signos del síndrome metabólico, tales como esteatosis hepática, hipertrigliceridemia, intolerancia a la glucosa e hiperleptinemia. Por lo tanto, esta especie es un modelo animal idóneo para estudiar la relación entre la obesidad y la actividad motriz a lo largo del ciclo sueño-vigilia. Un rasgo particular en los animales obesos es la mayor ingesta de alimento y un notable decremento en la actividad motriz durante la noche y aumento durante el día (Báez et al., 2014).

Este trabajo buscó determinar si en ratones delgados *N. alstoni* la exposición a un fotoperiodo irregular durante 3 meses, induce una desincronización circadiana vinculada a alteraciones en los patrones en la frecuencia de ingesta de alimento, la distribución diaria de actividad locomotriz en la fotofase y la escotofase y la expresión relativa del gen Per1 en tejido diencéfalico, a mitad de la fotofase y la escotofase.

Métodos

Mantenimiento de animales.

Se utilizaron 24 ratones adultos *N. alstoni* machos, delgados, nacidos y criados en las instalaciones del bioterio de la Facultad de Ciencias, UNAM. Se transportaron a la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) en el campus UNAM Juriquilla, donde se habituaron durante 14 días en un cuarto con un fotoperiodo artificial luz/obscuridad (LO) 12:12 y una temperatura regulada entre 21-24°C. Se alimentaron con una dieta comercial de alimento para roedores de laboratorio (Rodent Lab Chow 5001, Purina® Inc., MO, USA) y agua potable a libre acceso (ad libitum).

Protocolo de fotoperiodo irregular.

Se colocaron 12 ratones en una cámara de ambiente controlado (ADAPTIS 1000, CONVIRON), y durante 2 semanas permanecieron con un fotoperiodo LO 12:12 con el encendido diario de las luces a las 6 horas y el apagado a las 18 horas. Posteriormente, el fotoperiodo se modificó al experimental generando un retraso del encendido de las luces de 2 horas por día, durante 4 días (lunes, martes, miércoles y jueves) y un adelanto de 2 horas por día, durante 3 días (viernes, sábado y domingo). Repitiéndose ese patrón cada semana durante 3 meses.

Un grupo control externo de 12 ratones permaneció fuera de la cámara de ambiente controlado, con condiciones constantes, en un fotoperiodo 12:12 LO y una temperatura regulada entre 21-24°C durante los 3 meses que duró el experimento de fotoperiodo irregular.

Registro de actividad locomotriz y consumo de alimento.

Para el registro de la actividad locomotriz individual, se colocó un sensor infrarrojo a la mitad lateral de la caja para detectar el cruce del ratón en movimiento. Estos sensores contabilizaron el paso del animal cada 10 minutos, las 24 horas del día durante 4 meses. Esta información se registró mediante el programa ACTIBIO (Fac. Psicología, URIDES, UNAM) y se graficó mediante actogramas con el programa Actiview (minimiter, Co Inc., USA). Los datos fueron analizados mediante hojas de cálculo Excel. El análisis estadístico se hizo con el software Graphpad Prisma.

Para la determinación del consumo de alimento se usaron brochetas armadas con pellets de alimento comercial de roedor (Purina 5001). Las brochetas se pesaron antes y después de las 24 de exposición a los animales, en distintas fases del experimento: antes, durante y al finalizar el tiempo de exposición al protocolo de fotoperiodo irregular.
Así mismo, se realizaron grabaciones de video digital para registrar la conducta individual de los animales durante la medición de consumo de alimento. En la revisión de videos se analizó en qué horarios se realizaba la ingesta, y se contabilizó el número de eventos durante un ciclo completo de LO.

Obtención de tejido.

Los ratones del grupo control y el experimental se dividieron en 2 subgrupos, una vez terminado el protocolo de fotoperiodo irregular fueron sacrificados por decapitación a mitad de la fase diurna (ZT6) y a mitad de la fase nocturna (ZT18). Se hizo la disección del diencéfalo (hipotálamo y parte basal del tálamo) y se mantuvieron a -80°C hasta que fueron procesados.

Extracción de ARN y síntesis de cDNA.

Utilizando el tejido del diencéfalo de cada individuo, experimental y control, se extrajo el ARN utilizando el protocolo TRIzol Reagent (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) con modificaciones (Ortiz-Dosal et al., 2020). Se realizó la cuantificación de RNA mediante espectofometría, para corroborar su calidad y pureza. Posteriormente se hizo la síntesis de cDNA usando el kit High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit with RNase Inhibitor (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Este cDNA se almacenó a -20°C hasta su procesamiento.

RT-qPCR.

Dado a que no existe secuenciación del genoma de *N. alstoni*, se diseñaron los oligonucleótidos para Per-1 utilizando la secuencia de *Peromyscus maniculatus* reportados en la literatura (NCBI GenBank Nucleotide), dada la cercanía filogenética. Como genes de referencia se utilizaron GPDH, 12S r ARN ribosomal y B-actina, y mediante el algoritmo NormFinder se determinó que la mejor combinación de dos genes con el coeficiente de variación del ciclo de cuantificación (Cq) más bajo eran GPDH y B-actina. La expresión relativa de los mARN se determinó utilizando los genes de referencia para calcular su media geométrica y el método delta Ct (ΔCt) (Livak y Schmittgen 2001; Vandesompele et al. 2002). Se usó un termociclador de Applied Biosystems StepOne™ Real-Time PCR System, con la mezcla de reacción basada en SYBR® Green, KAPA SYBR® FAST qPCR, Master Mix (2X) Kit (KAPA BIOSYSTEMS).

Análisis estadísticos

En todos los análisis se tomó el control interno como los registros de los animales durante el fotoperiodo regular LO 12:12 previo al protocolo de desincronización. Para cuantificar la actividad locomotriz se tomaron 3 días de registro en que no existiera intervención o cambio súbito de horario de fotoperiodo en cada mes del experimento, se cuantificó el total de actividad durante la foto y escotofase y se comparó con la condición control utilizando una prueba ANOVA de una vía. El consumo de alimento total durante 24 horas se comparó utilizando una prueba ANOVA de una vía para la condición control y las experimentales. Para el perfil de consumo se comparó la fase nocturna contra la fase diurna en la condición control y final del protocolo, utilizando una pureba t-Student.

En los análisis moleculares, se analizaron los Cq con la prueba ΔCt para obtener la expresión relativa del gen de Per-1 en tejido cerebral. La expresión relativa de los genes se comparó mediante una prueba t-Student entre los animales experimentales al concluir el protocolo y los controles externos. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa GraphPad Prism versión 8.0.0 para Windows.

Resultados

Peso corporal y consumo de alimento

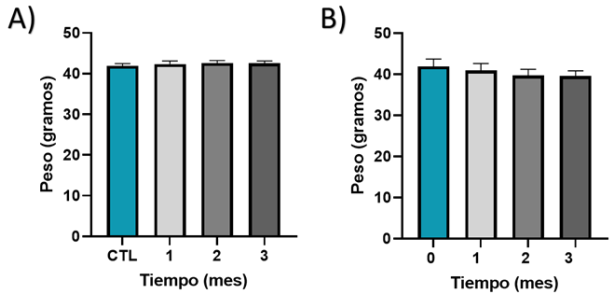


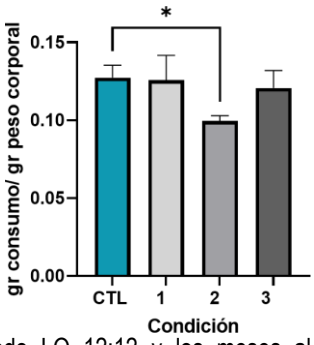
Figura 1: Promedio ± EE del peso corporal a lo largo del experimento. A) Ratones dentro del protocolo de fotoperiodo irregular. B) Ratones de control externo, con un fotoperiodo LO 12:12.

El peso corporal de los animales se registró una vez por semana durante todo el protocolo. Para el análisis estadístico se tomaron medidas para cada mes y se compararon con la condición de control interno. Esto se llevó a cabo tanto para los animales experimentales (Fig. 1-A) como para el grupo control externo (Fig. 1-B). No hubo diferencias significativas para ninguno de los grupos y su variación por mes no fue significativa.

El consumo de alimento total en 24 horas se registró con el cambio de peso de las brochetas de pellets. Se colectaron datos una vez por mes durante todo el protocolo para el grupo experimental y se compararon con los datos en la condición control interna (Fig.2). Los análisis estadísticos mostraron una disminución significativa en el consumo para el segundo mes del protocolo, sin embargo, esta diferencia se pierde en el tercer mes. La diferencia de consumo para ese mes no fue significativa para todos los animales, pero si disminuyo la variación entre el

grupo, que aumenta de nuevo para el final del protocolo.

Figura 2: Consumo de alimento (gr de consumo/ gr de peso corporal) durante 24 horas. La condicióncontrol (CTL) corresponde



al fotoperiodo LO 12:12 y los meses al fotoperiodo irregular. Diferencias significativas de la prueba de Friedman (*p>0.05).

Así mismo, realizaron grabaciones a los animales donde se registró el consumo de alimento en brocheta durante 24 horas en la condición control interna y la final, con ello se generó un perfil de ingesta (Fig.3). Se contabilizo el número de eventos en los que los animales se acercaban a comer y se separaron en escoto y fotofase. El análisis estadístico no mostró diferencias en la escotofase (Fig. 4-A), pero si un aumento de eventos en la fotofase para la condición experimental (Fig. 4-B).

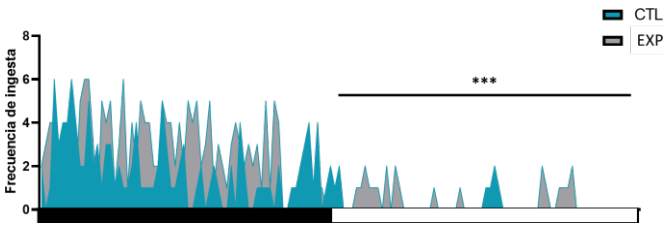


Figura 3: Perfil de consumo de alimento durante 24 horas. Sumatoria de numero de eventos cada 10 minutos. Para la condición control se usaron 6 animales y para la experimental 8. La barra inferiorrepresenta la fase de actividad con la barra oscura y la de reposo con la barra blanca.

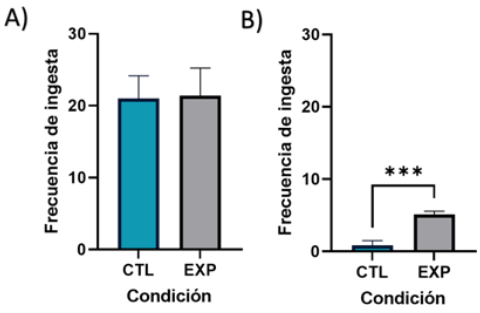


Figura 4: Grafica de frecuencia de consumo. A) Número de eventos presentes en la escotofase. B)Número de eventos presentes en la escotofase. Barras de error estándar. Diferencias significativas de la prueba de t-Student (***p>0.0005).

Registro de actividad

De la misma forma que para los otros parámetros, se tomó el control interno como los registros de los animales durante el periodo LO 12:12. Para el análisis de los datos de actividad, se tomaron 3 días durante el periodo de la semana correspondiente a los retrasos (martes, miércoles y jueves), en los cuales no hubo intervención humana en la cámara de ambiente controlado y esto se realizó para cada mes del protocolo de fotoperiodo irregular. Posteriormente, estos datos se separaron en foto y escotofase y se promediaron. En el análisis estadístico se demostró una disminución de actividad en escotofase entre la condición control y el segundo y tercer mes del protocolo (Fig.5-A), así como disminuciones significativas para la actividad en fotofase entre la condición control y el primer y tercer mes del protocolo (Fig. 5-B).

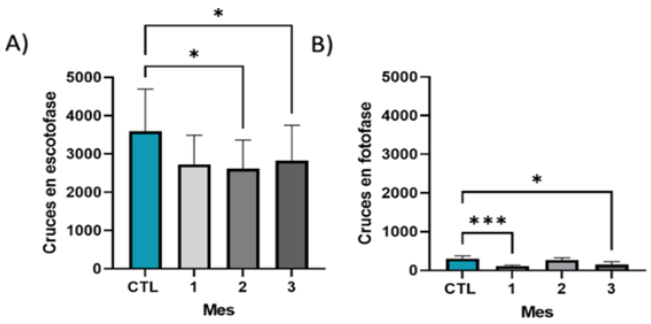


Figura 5: Promedio de registro de actividad (cruces del ratón por el sensor) de 3 días durante el periodo de retrasos. A) Promedio de actividad durante la escotofase en la condición control (LO 12:12) y cada mes durante el protocolo de fotoperiodo irregular. B) Promedio de actividad durante la fotofase. C) Actogramas de 9 individuos en la condición control (izquierdo) y durante el protocolo de fotoperiodo irregular (derecha). Diferencias significativas de la prueba de t-Student (*p>0.05).

RT q-PCR

La expresión relativa del gen Per-1 se obtuvo analizando los Cq con la prueba ΔCt y esta se

comparó entre controles externos y la condición experimental, en horario diurno (ZT6) y nocturno (ZT18). La comparación entre grupos mostró diferencias significativas en el horario nocturno, siendo mayor la expresión en los animales del grupo control (Fig. 6).

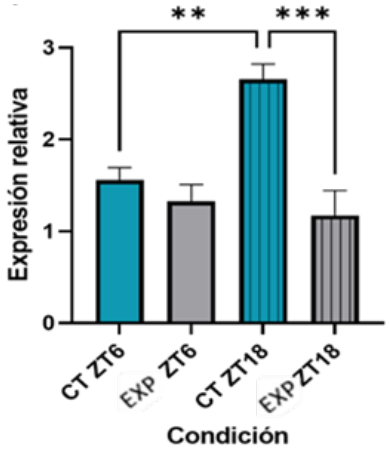


Figura 6: Expresión relativa del gen Per1. En color azul los animales control y gris los animales experimentales. En liso el horario diurno (ZT6) y rayado el nocturno (ZT18). Barras de error estándar. Diferencias significativas de la prueba de t-Student (*p>0.05, **p>0.005, ***p>0.0005,).

Discusión

Se ha reportado en otros protocolos experimentales, donde modifican los horarios del fotoperiodo, que los resultados no solo dependen del cambio de iluminación, si no de la composición y la disponibilidad del alimento (Oishi, et al., 2013). En nuestro protocolo se realizaron modificaciones, de manera sutil, únicamente sobre el fotoperiodo, lo que permite evaluar las consecuencias de estos cambios sobre la actividad motora y el consumo de alimento sin meter otra variable.

Los resultados obtenidos del total de consumo de alimento coinciden con otros trabajos con roedores alimentados con dieta normocalórica, donde el consumo de alimento se llevaba a cabo en la fase de actividad y este se modificó a lo largo de varias semanas que duraron los experimentos (Salgado-Delgado, et al., 2010).

No obstante, el perfil de ingesta obtenido en este protocolo, es contrario con los resultados de otros trabajos en los que hay un aumento del peso corporal por el consumo de alimento durante la fase de descanso, lo que les facilita una condición de obesidad a los roedores (Garaulet, et al., 2014). En el trabajo de Salgado-Delgado, et al, 2010 se plantea que el restringir el alimento dentro de la fase activa de los ratones previene la obesidad generada por la alimentación y actividad locomotriz durante la fase de descanso (Salgado-Delgado, et al., 2010).

Los efectos de la ingesta calórica sobre el peso corporal varían dependiendo de la fase del día en que esta ocurra. El consumo de alimento en la fase de reposo puede alterar la sincronización entre el reloj central y los periféricos, lo que conlleva a alteraciones metabólicas y puede generar un desbalance en la homeostasis energética (Garaulet, M. et al., 2014). De igual forma, también influye directamente en la expresión de genes reloj en el tejido adiposo y esto puede alterar su patrón diario de acumulación o movilización de grasa. Los animales que consumen alimento durante su fase de reposo tienden a aumentar su consumo y disminuir su actividad total, lo que podría resultar en aumento de su peso corporal (Arble, D. M. et al., 2009).

En nuestro protocolo, los ratones expuestos al protocolo de desincronización, tuvieron un aumento de consumo de alimento durante fotofase, lo que demuestra que, aunque el protocolo no afectó la cantidad de consumo total desfragmento su perfil de ingesta, pero no tuvo impacto en el peso corporal. Estos resultados plantean que a pesar de que los efectos no fueron tan extremos como en un protocolo de restricción de alimento, este fenómeno fue consecuencia del fotoperiodo irregular.

Los resultados de la expresión relativa atenuada de Per-1 en diencéfalo no coinciden con lo reportado en otros protocolos de fotoperiodo irregular con deprivación de sueño y o estresores crónicos, que presentan un aumento en Per1-1 por su regulación al alta por glucocorticoides (Tahara, Y. et al., 2016).

En otros resultados obtenidos con ratones *N. alstoni* obesos (Arellanes-Licea, et al., 2021), la expresión de la proteína de PER-1 en el hipotálamo estaba disminuida y fuera de fase, en comparación con los organismos delgados. Aquí presentamos que dicha disminución solo ocurrió en el horario nocturno, lo que podría indicar que los animales experimentales de este trabajo están fuera de fase, sin embargo, con solo dos puntos temporales de muestreo no es posible ver si su expresión cíclica general esta atenuada.

Conclusión

Este protocolo de fotoperiodo irregular causo disminución en la actividad locomotriz, modificó el perfil de ingesta de alimento y atenuó la expresión relativa de mARN de Per-1 en diencéfalo, sin embargo, no altero el peso corporal ni el consumo de alimento total.

De lo anterior podemos concluir que a pesar de que el protocolo causo alteraciones a la maquinaria del reloj y la sincronización fótica, así como en la distribución horaria de la ingesta, debe existir algún proceso amortiguador que evite el incremento en el peso que vale la pena explorar en futuros estudios, y que ayude a comprender mejor el panorama de la desincronización circadiana y las salidas conductuales del reloj circadiano.

Referencias

Aguilar-Roblero, R., Díaz-Muñoz, M., Fanjul-Moles, M. L. (2015). Mechanisms of circadian systems in animals and their clinical relevance. Pp. 1-12 https://doi.org/10.1007/978-3-319-08945-4

Álvarez Ticul, Mayo-Aceves Esperanza (1993). Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del ratón de los volcanes *Neotomodon Alstoni* (Merriam, 18981), Cta Zool. Mex. In.s.1 59: 1–51. Terrestres, C. (n.d.).

Arble, D. M., Bass, J., Laposky, A. D., Vitaterna, M. H., & Turek, F. W. (2009). Circadian Timing of Food Intake Contributes to Weight Gain. Obesity, 17(11), 2100–2102. doi:10.1038/oby.2009.264.

Arellanes-Licea, E. D. C., Pérez-Mendoza, M., Carmona-Castro, A., Díaz-Muñoz, M., & Miranda-Anaya, M. (2021). Obese *Neotomodon alstoni* mice exhibit sexual dimorphism in the daily profile of circulating melatonin and clock proteins PER1 and BMAL1 in the hypothalamus and peripheral oscillators. Chronobiology International, 38(4), 584–597. doi:10.1080/07420528.2020.1860999

Báez-Ruiz Adrián, Luna-Moreno Dalia, Carmona-Castro Agustín, Cárdenas Vázquez René, Díaz-Muñoz Mauricio, Carmona-Alcocer Vania, FuentesGranados Citlalli, Miranda-Anaya Manuel (2014). Hypothalamic expresión of anorexigenic and orexigenic hormone receptors in obese females *Neotomodon alstoni*: Effect of fasting. Nutritional Neuroscience VOL. 17 NO. 1 31. Pp.1-6 DOI 10.1179/1476830513Y.0000000063.

Carmona Alcocer Vania, Fuentes Granados Citlali, Carmona Castro, Agustín, Aguilar González Ivette, Cárdenas Vázquez Rene, Miranda Anaya Manuel (2012). Obesity alters circadian behavior and metabolism in sex dependent manner in de volcano mouse *Neotomodon alstoni*. Physiology an behavior105 727-733.

Dallmann, R., & Weaver, D. R. (2010). Altered body mass regulation in male mPeriodmutant mice on high fat diet. NIH Public Access, 27(6), 1317 1328. https://doi.org/10.3109/07420528.2010.489166.

Dibner, C., Schibler, U., & Albrecht, U. (2010). The mammalian circadian timing system: organization and coordination of central and peripheral clocks. Annual review of physiology (Vol. 72).pp:517-549 https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-021909-135821.

Garaulet, M., & Gómez-Abellán, P. (2014). Timing of food intake and obesity: A novel association. Physiology & Behavior, 134, 44–50. doi:10.1016/j.physbeh.2014.01.001 .

Hardin Paul E., Panda Satchidananda (2013). Circadian timekeeping and output mechanisms in animals. Curr Open Neurobiology. October; 23(5): 724–731. doi:10.1016/j.conb.2013.02.018.

Livak, K. J., & Schmittgen, T. D. (2001). Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the 2−ΔΔCT Method. Methods, 25(4), 402–408. doi:10.1006/meth.2001.1262.

Menaker M, Murphy ZC, Sellix MT. (2013). Central control of peripheral circadian oscillators. Curr Opin Neurobiol. 23(5):741-6

Miranda-Anaya, M., Pérez-Mendoza, M., Juárez-Tapia, C. R., & Carmona-Castro, A. (2018). The volcano mouse *Neotomodon alstoni* of central Mexico, a biological model in the study of breeding, obesity and circadian rhythms. General and Comparative Endocrinology. doi:10.1016/j.ygcen.2018.04.024.

Oishi, K., & Itoh, N. (2013). Disrupted daily light–dark cycle induces the expression of hepatic gluconeogenic regulatory genes and hyperglycemia with glucose intolerance in mice. Biochemical and Biophysical Research Communications, 432(1), 111–115. doi:10.1016/j.bbrc.2013.01.076.

Ortiz-Dosal A, ArellanesLicea E, Rodil-García P, and Salazar-Olivo LA. microRNAs overexpressed in macrosomia: an experimental and bioinformatic approach. Journal of Developmental Origins of Health and Disease. doi: 10.1017/S2040174420000422.

Salgado-Delgado, R., Angeles-Castellanos, M., Saderi, N., Buijs, R. M., & Escobar, C. (2010). Food Intake during the Normal Activity Phase Prevents Obesity and Circadian Desynchrony in a Rat Model of Night Work. Endocrinology, 151(3), 1019–1029. doi:10.1210/en.2009-0864.

Summa KeithC., Turek Fred W. (2014). Chronobiology and Obesity: Interactions between Circadian Rhythms and Energy Regulation. American Society for Nutrition. Adv. Nutr. 5: 312S–319S, 2014; doi:10.3945/an.113.005132.

Tahara, Y., Aoyama, S., & Shibata, S. (2016). The mammalian circadian clock and its entrainment by stress and exercise. The Journal of Physiological Sciences, 67(1), 1–10. doi:10.1007/s12576-016-0450-7.

Vandesompele, J., De Preter, K., Pattyn, F. et al. Accurate normalization of real- time quantitative RT-PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes. Genome Biol 3, research0034.1 (2002). https://doi.org/10.1186/gb-2002-3- 7-research0034.

Yamazaki S, Numano R, Abe M, Hida A, Takahashi R, Ueda M, Block GD, Sakaki Y, Menaker M, Tei H. (2000). Resetting central and peripheral circadian oscillators in transgenic rats. Science. 288:682–685.

Nutrición, sangre y pelos: ¿Qué nos dicen de la salud del Lobo Marino de California?

Autora: Ana Itzel Montesinos Laffont. Asesora: Dra. Karina A. Acevedo Whitehouse. Unidad de Microbiología Básica y Aplicada, Universidad Autónoma de Querétaro Campus Aeropuerto. Contacto: amontesinos317@alumnos.uaq.mx; karina.acevedo.whitehouse@uaq.mx.

Resumen

Existe un creciente interés por entender las causas del cáncer en vida libre. Un ejemplo de cáncer espontáneo en vida silvestre es el lobo marino de California, *Zalophus californianus*. Es relevante identificar factores de riesgo para la transformación oncogénica dado que la especie es centinela del ambiente marino costero. El estado nutricio de los animales silvestres ha sido poco explorado. Igualmente importante identificar si un cambio de dieta afecta la nutrición. Se investigó si el estado de transformación epitelial varía con respecto a biomarcadores sanguíneos, posición trófica y zonas de alimentación de 40 hembras adultas capturadas en 2016. Los isótopos estables ($\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$) permiten inferir hábitos alimentarios, determinados en muestras de pelo por individuo. Adicionalmente, se midió la concentración sanguínea de once marcadores. Para las muestras de epitelio genital se evaluó el grado de transformación por el Sistema Bethesda (2001). Se encontró una asociación significativa entre el estado epitelial, el nivel trófico y la región (ANOVA; F_2=4.01, p=0.02). Sugiriendo que cambios regionales en la posición trófica favorecen un estado de transformación más avanzado, plausiblemente asociado al consumo de presas de menor calidad y con mayor concentración de contaminantes. Algunos biomarcadores variaron entre regiones como el colesterol (p=0.002), la creatinina (p=0.061) y la glucosa (p=0.021). Mostrando que cada zona presenta condiciones distintas tanto en presas como en la actividad física requerida. Esta especie ofrece la oportunidad de conocer y entender una etiología más del cáncer, tanto en mamíferos marinos, como en humano.

Palabras clave: Golfo de California. *Zalophus californianus*. Nutrición. Isótopos Estables. Carcinoma urogenital.

Abstract

There is growing interest in understanding the causes of cancer in free life. An example of spontaneous cancer in wildlife is the California sea lion, *Zalophus californianus*. It is relevant to identify risk factors for oncogenic transformation given that the species is a sentinel of the coastal marine environment. The nutritional status of wild animals has been little explored. Equally important to identify if a change in diet affects nutrition. It was investigated whether the state of epithelial transformation varies with respect to blood biomarkers, trophic position and feeding areas of 40 adult females captured in 2016. The stable isotopes ($\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$) allow inferring feeding habits, determined in hair samples per individual. Additionally, the blood concentration of eleven markers was measured. For the genital epithelium samples, the degree of transformation was evaluated using the Bethesda System (2001). A significant association was found between epithelial status, trophic level and region (ANOVA; F^2=4.01, p=0.02). Suggesting that regional changes in trophic position favor a more advanced state of transformation, plausibly associated with the consumption of prey of lower quality and with a higher concentration of contaminants. Some biomarkers varied between regions such as cholesterol (p=0.002), creatinine (p=0.061) and glucose (p=0.021). Showing that each area presents different conditions both in prey and in the physical activity required. This species offers the opportunity to know and understand another etiology of cancer, both in marine mammals and in humans.

Key words: Gulf of California. *Zalophus californianus*. Nutrition. Stable Isotopes. Urogenital carcinoma.

Introducción

Uno de los casos más interesantes y más estudiados de cáncer en vida silvestre es el que afecta al lobo marino de California, *Zalophus californianus*. Hasta los primeros años de la década de los ochenta los reportes de cáncer – específicamente un carcinoma urogenital – en esta especie eran escasos (Browning *et al.*, 2015), pero a partir de esta época comenzó a incrementar el número de reportes en animales adultos varados en la costa de California, EEUUA (Deming et al. 2018). El aumento en la incidencia despertó el interés en investigar las causas asociadas al desarrollo del carcinoma urogenital. Actualmente se han identificado diversos factores de riesgo, como factores genéticos (Browning *et al.*, 2015), presencia de contaminantes ambientales persistentes como los organoclorados (Randhawa *et al*., 2015; Browning *et al.*, 2015) y patógenos oncogénicos (Johnson *et al.*, 2006). Estos estudios son intrigantes, sobre todo si consideramos que aunque la especie se encuentra distribuida desde California, EEUUA hasta Baja California Sur, México y zonas insulares del Golfo de California, hasta ahora solamente se ha reportado la presencia de la enfermedad en California (Peñín *et al*., 2019). A pesar de que el carcinoma urogenital no ha mermado el tamaño de la población, que se mantiene estable en California (Laake *et al.,* 2017), es importante tener un monitoreo de la patología en la dinámica poblacional para entender su efecto a largo plazo, descubrir cuales otros factores influyen en su inicio y desarrollo, así como establecer los ambientes donde esta enfermedad podría aumentar más rápidamente. Esto es particularmente importante dado que la especie es considerada centinela del ambiente marino costero (Bossart 2010).

Al ser el cáncer una enfermedad multifactorial es imprescindible conocer cada aspecto que pueda contribuir en su desarrollo. Partiendo de un ejemplo muy estudiado como el ser humano, sería importante considerar aspectos como la nutrición y la dieta. Hasta ahora uno de los métodos más utilizados para conocer la dieta de *Z. californianus* es por medio de excretas. Sin embargo existen otras herramientas, como los isótopos estables que permiten determinar las redes alimenticias ($\delta^{13}C$) y el nivel trófico ($\delta^{15}N$), las cuales también nos pueden dar información valiosa de la ecología de las especies (Post, 2002). En este aspecto varios estudios han encontrado, con esta técnica, información sobre los individuos a un plazo más largo que con las excretas. Se puede observar que tejidos analizados, como plasma y pelaje, nos dan ventanas de información distintas ya que el pelaje habla de lo que sucede en el organismo durante la formación de este tejido mientras que el plasma presenta información a menor plazo.

El análisis de isótopos estables ha ubicado a esta especie como un cosumidor generalista pero ha permitido identificar hábitos de forrajeo especialistas, encontrando zonas de fidelidad para la alimentación por parte de las hembras ($\delta^{13}C$), en el Golfo de California, además de como estas zonas se relacionan con la temporada del año (embarazo o lactancia) e incluso con las edades (Rosas-Hernández *et al.*, 2019).

En un estudio Szteren y Aurioles-Gamboa, presentaron una regionalización del Golfo con base en aspectos como concentraciones de clorofila, presencia de contaminantes, características de las poblaciones y diferencias en la alimentación; encontrando cuatro zonas: Norte con diversidad de dieta, $\delta^{15}N$ alto y $\delta^{13}C$ medio a alto, Ángel de la Guarda con diversidad de dieta baja a media y $\delta^{13}C$ bajo, Golfo Central diversidad de dieta alta, $\delta^{15}N$ bajo y $\delta^{13}C$ alto y Golfo Sur con diversidad alta en dieta, $\delta^{15}N$ alto y $\delta^{13}C$ de medio a bajo. A pesar de las diferencias entre las zonas se puede decir que en general el consumo del lobo marino dentro del Golfo de California es principalmente de peces pelágicos seguido por los cefalópodos, llegando a ser número uno en zonas donde es común la presencia de este grupo, y finalmente los crustáceos. Entre la especies más consumidas se encuentran *Porichthys* sp., *Pomadasys panamensis*, el calamar *Loliolopsis diomedeae*, *Trichiurus lepturus*, *Sardinops caeruleus*, *Engraulis mordax*, *Scomber japonicus*,

Cetengraulis mysticetus y *Trachurus symmetricus* (García-Rodríguez y Aurioles-Gamboa, 2004; Mellink y Romero-Saavedra, 2005).

El estado nutricional de un organismo es un factor determinante para comprender su estado general de salud. Este concepto se puede definir como la proporción adecuada, para un organismo sano, entre los nutrientes ingeridos, procesados y absorbidos contra el gasto energético necesario para realizar todos los procesos fisiológicos y biológicos importantes.

Cualquier alteración en esta proporción derivará en un consumo excesivo de nutrientes, exceso de tejido adiposo o sobrepeso, o en la falta de nutrientes fundamentales para la buena salud, desnutrición (FAO, 2007; Suverza, 2010). Desafortunadamente, en el caso de algunos animales silvestres es difícil realizar análisis exhaustivos y sobre todo darle un seguimiento. En la mayoría de los casos solo se cuenta con una oportunidad de muestreo lo que lleva a buscar métodos más eficientes donde se obtengan la mayor cantidad de información con una sola muestra.

Para estos casos los indicadores bioquímicos resultan un punto clave, ya que permiten detectar deficiencias nutricias incluso antes de que haya signos físicos de algún padecimiento (Guerra Montemayor, 2010). De los indicadores más importantes tenemos la evaluación de las proteínas en el organismo, también siendo importante considerar la concentración de vitaminas y minerales inorgánicos. Ambos aspecto pueden verse alterados al tener una alimentación deficiente, además de impactar en el funcionamiento óptimo de sistemas biológicos como el inmune (Guerra Montemayor, 2010).

Hasta ahora la importancia de una nutrición deficiente y el consiguiente mal funcionamiento del sistema inmune ha estado poco valorada. Dicho sistema necesita de varios elementos para poder funcionar de forma exitosa, uno de estos es el suministro de nutrientes, tanto en cantidad como en calidad. De esto depende que no exista un desequilibrio en el sistema y que los mecanismos para mantener libre de patógenos al organismo se encuentren funcionando de forma eficiente. Es por esto que se ha considerado la importancia de la inmunovigilancia en enfermedades como el cáncer (Segurola Gurrutxaga *et al.,* 2016; Zitvogel *et al.*, 2017).
Se sabe, tanto en seres humanos como en animales de laboratorio, que las deficiencias de vitaminas como la A, E, C, D y el complejo B; así como algunos minerales (hierro, zinc, cobre y selenio) y/o ácidos grasos (equlibrio omega 6/omega 3) disminuyen la respuesta del sistema inmune, contribuyendo a la vulnerabilidad de enfrentar infecciones virales o bacterianas con potencial oncogénico, y directamente afecta a las células de vigilancia oncogénica (Villegas Valverde y Faxas García, 2014).

Debido a la problemática de salud expuesta, así como los factores que pudieran estar interviniendo en este proyecto se busca determinar si el estado nutricional y la posición trófica en las diferentes zonas de alimentación dentro del Golfo de California, influyen en el grado de transformación epitelial cervical en las hembras de Lobo Marino de California.

Metodología

En un crucero científico realizado durante 2016, se visitaron las trece loberas dentro del Golfo de California, México. Esto se realizó durante el periodo reproductivo (Junio-Julio) de cada año, obteniendo muestras de hembras de Lobo Marino en vida libre. Los organismos, aparentemente sanos, fueron capturados usando redes de aro para posteriormente anestesiarlos con isofluorano. A continuación, fueron revisados por veterinarios tanto para determinar su estado físico como para monitorear sus signos vitales durante la extracción de muestras, lo cual se realizó en un periodo de 10-12 minutos. Para cada organismo se obtuvieron muestras de pelo y mucosa del cérvix, obteniendo 47 muestras en 2016.

A los organismos se les tomó una muestra de pelo de la parte dorsal, en un área de alrededor de 5 cm x 5

cm. Estas fueron limpiadas con agua destilada y resguardadas para su procesamiento en el laboratorio. Las muestras de sangre se obtuvieron por medio de la vena caudal glútea de cada león marino, extrayendo dos tubos de 7ml cada uno y almacenándola en tubos Vacutainer. A un tubo se le colocó heparina sódica (obtención de plasma) y el otro se conservó, sin ningún aditivo, para la obtención de suero. Además se obtuvieron muestras del epitelio genital para la evaluación del estado del mismo. Para este procedimiento, un espéculo estéril fue introducido para visualizar el cérvix y la mucosa cervical fue raspada con un cepillo citológico estéril; estas muestras se colocaron en etanol al 96% y fueron protegidas de la luz del sol hasta su análisis en el laboratorio.

Las muestras de epitelio fueron teñidas para determinar el estado de transformación del epitelio de cada individuo. El protocolo utilizado fue el de Papanicolau modificado realizado de acuerdo a la descripción de Barragán-Vargas 2015. Cada diagnóstico fue basado en la clasificación del sistema Bethesda 2001 (Bergeron, 2003), el cual es usado para informar los resultados de citología cervical humana, pero cuya similitud celular con el lobo marino permite el uso para esta especie.

Las muestras de pelo fueron procesadas para el análisis de isótopos estables. Por lo cual fueron limpiadas, trituradas, pesadas y colocadas en microcápsulas. Estas fueron enviadas para su análisis por medio de un espectrómetro de masas de razones isotópicas en el Laboratorio de Isótopos Estables de la Universidad de California. Por otra parte, durante el crucero, se tomaron muestras de zooplancton alrededor de las colonias de Rocas Consag, Isla Lobos, Los Cantiles, Los Machos y el Partido; para las colonias sureñas se utilizaron los datos reportados por Whitehead *et al.* 2018 para Los Islotes, esto con la finalidad de obtener el nivel trófico de los organismos muestreados. El procesamiento de las muestras fue similar a las del pelo. Los análisis resultantes fueron expresados con el valor de delta en la proporción de ^{15}N y ^{13}C, de acuerdo a la siguiente fórmula: $\delta X = [(R\ muestra / R\ estándar) – 1] \times 10^3$. Adicionalmente el valor de $\delta^{15}N$ fue utilizado para que junto con los valores de zooplancton de cada sitio y aplicando el algoritmo de Post (2002) fuera calculado el nivel trófico por colonia (Sandoval, 2018).

En cuanto a la parte de nutrición se eligieron once marcadores para evaluar tanto proteínas, vitaminas, minerales y algunas que permitieran evaluar el estado de salud del organismos. De estos once, nueve de ellos fueron analizados por medio de kits comerciales (glucosa, albúmina, hierro, deshidrogenasa láctica, proteínas totales, creatinina, bilirrubina total, colesterol y triglicéridos), ferritina fue analizado por medio de un ELISA y el zinc por medio de Espectrometría de Absorbancia Atómica.

El análisis de datos se realizó separando los resultados de isótopos de los parámetros sanguíneos. En estos últimos se realizaron modelos lineares generalizados tanta para las regiones como para el estado del epitelio, posteriormente se aplicaron ANOVA de dos vías para detectar diferencias estadísticamente significativas. A los marcadores con diferencias se les aplico una prueba de Tukey para localizar los grupos con diferencias. Por otra parte, se evaluaron si las concentraciones de los marcadores se afectaban con la presencia o no de una lesión esto por medio de una T-student. El nivel trófico y el $\delta^{13}C$, de hembras adultas de león marino de California, se compararon entre regiones utilizando ANOVA unidireccional.

Resultados

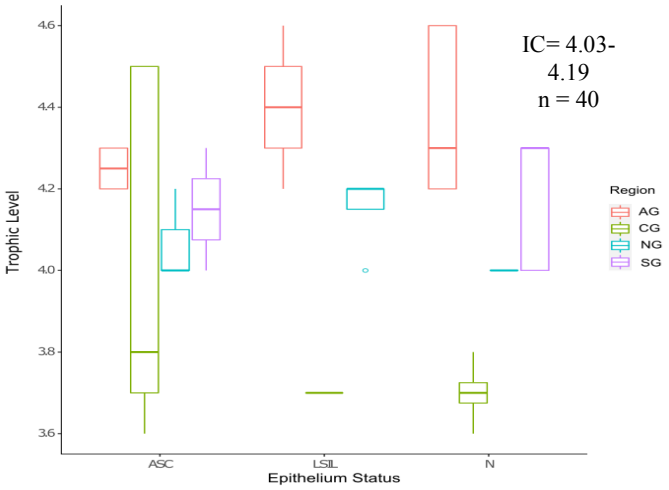
De las 47 muestras de epitelio obtenidas en el 2016 y por medio del método Bethesda 2001, solo se pudieron diagnosticar 40 ya que el resto de las muestras se encontraban degradadas lo que impedía un análisis certero. De las 40 muestras 19 fueron diagnosticadas como negativas a lesiones epiteliales (N), 14 con presencia de células escamosas atípicas (ASC) y 7 con lesiones epiteliales de bajo grado (LSIL).

Tras realizar los análisis de isótopos correspondientes, los valores mínimos y máximos de $\delta^{13}C$ fueron -15.99 y -13.65 respectivamente, con un

promedio de -14.09 ‰. Por otra parte los valores de $\delta^{15}N$ se distribuyeron de 19.42 hasta 21.9 promediando 20.9 ‰. Se encontró que para ambas mediciones de isótopos, $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$, las regiones más extremas son las del norte y del sur. En el caso de $\delta^{15}N$ los niveles más altos están en la región norte mientras que los más bajos son en la región sur; en cuanto al valor de $\delta^{13}C$ los valores son al revés, es decir, el valor más alto es en la región sur y el más bajo se presenta en el norte. Como ya se había mencionado el valor promedio de $\delta^{15}N$ de las hembras junto con el del zooplancton, utilizando el algoritmo de Post (2002) permitió el calculo del nivel trófico por región (Sandoval, 2018). En estos datos se puede observar que el nivel más alto se encuentra en la región sur (4.3) mientras que el nivel más bajo calculado es para la región central (3.9).

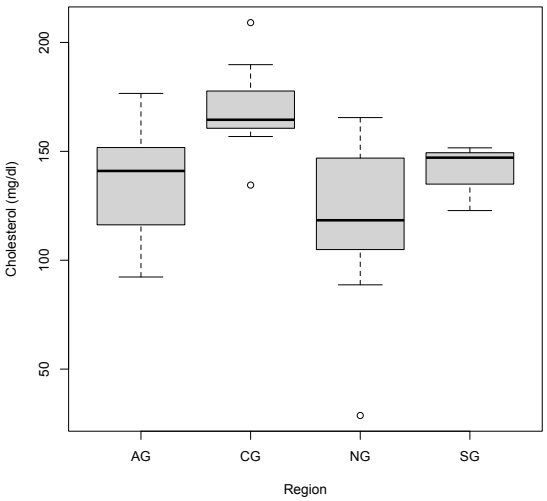
Los valores calculados de nivel trófico junto con los datos del estado del epitelio genital permitieron realizar un análisis de varianza, el cual mostró una relación significativa entre el estado de transición del epitelio, el nivel trófico y la región de muestreo (ANOVA; f= 4.01, gl=2, p<0.05). En la figura 1 podemos ver que en algunas regiones, como la norte y las grandes islas, a mayor nivel trófico hay presencia de transformación del tipo LSIL; por otra parte en niveles más bajos se presentan transformaciones negativas o ASC. En las otras dos regiones esta relación no es tan clara, como en la región sur, donde no hay presencia de tipo LSIL impidiendo comparar su valor con respecto al tipo negativo. Caso similar el de la región central, donde se tienen los tres tipos de transformación pero sin una relación precisa de la afectación del cambio de nivel trófico.

Figura 1. Agrupación del estado epitelial genital (N= Negativo a células atípicas, ASC= Presencia de células atípicas y LSIL= Lesión epitelial de bajo grado) con relación al nivel trófico y a la región de muestreo (AG= Grandes Islas, CG= Región Central, NG= Región Norte, SG= Región Sur).



En el tema de nutrición, después de realizar el análisis, de los once marcadores analizados solo se detectaron diferencias significativas en tres de ellos; todos con diferencias en la región (ANOVAcol; f= 5.14, gl=3, p=0.006/ ANOVAcreat; f= 3.28, gl=2, p=0.035/ ANOVAgluc; f= 2.81, gl=3, p=0.05) . En la figura 3, 4 y 5 se observan gráficas de caja donde podemos ver la mediana de cada región con su correspondiente error estándar al 95%. En la figura 2 correspondiente al colesterol podemos observar promedios entre 120 a 170 mg/dl, con el promedio más bajo en la región norte y el más alto en la región central. Cabe resaltar que en la región central y en la sur la dispersión de datos es muy poca en comparación con las otras dos regiones.

Figura 2. Asociación de la región de muestreo (AG= Grandes Islas, CG= Región Central, NG= Región Norte, SG= Región Sur) con respecto al marcador nutricio del colesterol.



En la figura 3 podemos observar que la creatinina nos muestra valores promedio de entre 1.2 a 1.7 mg/dl. El valor promedio más alto se presenta en la región de las Grandes Islas miestras que el más bajo se encuentra en la región sur. En este marcador también se observa una dispersión restringida de los datos para la región de Grandes Islas en comparación con las demás regiones. El último marcador con diferencias en la región fue la glucosa, este se observa en la figura 4 donde podemos encontrar un promedio entre 97 a 155 mg/dl, presentando también muy poca dispersión de datos para la región central y en la sur mientras que la región norte tiene gran dispersión de estos.

Figura 3. Asociación de la región de muestreo (AG= Grandes Islas, CG= Región Central, NG= Región Norte, SG= Región Sur) con respecto al marcador nuticio de la creatinina.

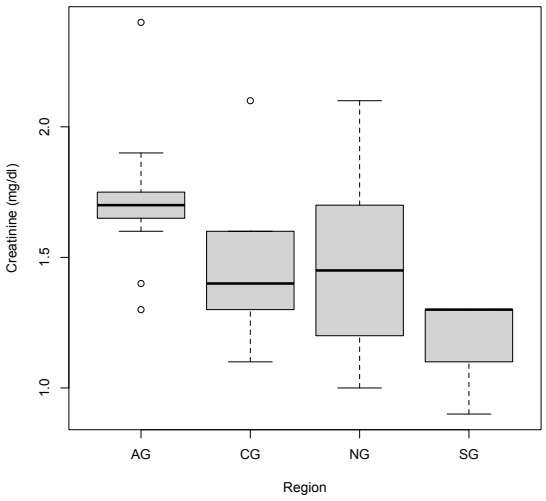
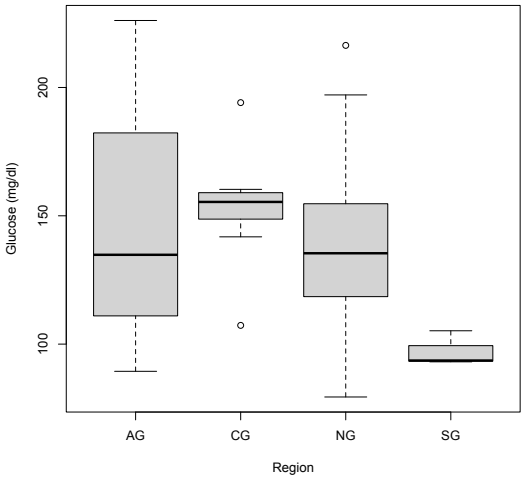
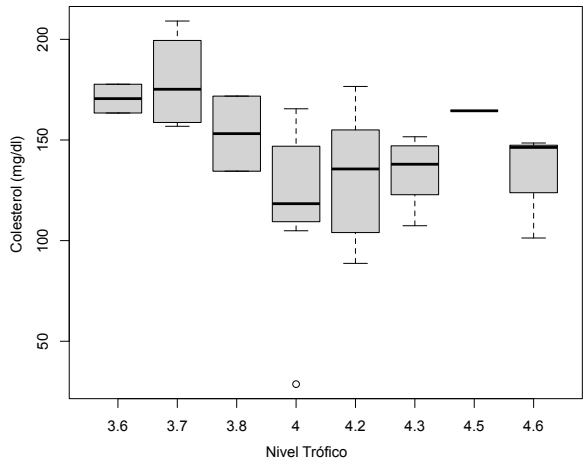


Figura 4. Asociación de la región de muestreo (AG= Grandes Islas, CG= Región Central, NG= Región Norte, SG= Región Sur) con respecto al marcador nuticio de la glucosa.



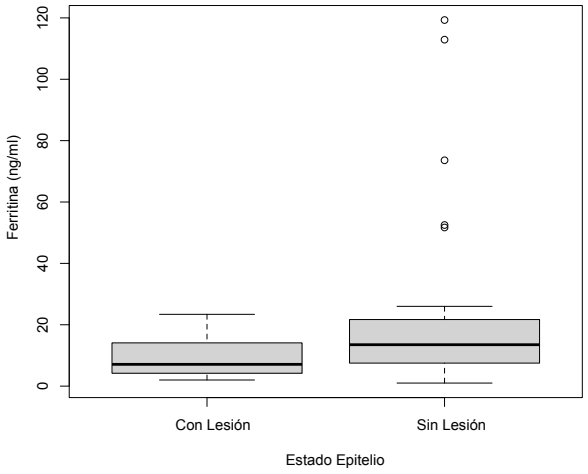
Asociando los resultados obtenidos con el ANOVA y los de isótopos se encontró una relación estadísticamente significativa (por medio de un modelo lineal generalizado) entre el colesterol y el nivel trófico (F^1=8.77, p= 0.008). En la figura 5 podemos observar una ligera tendencia, donde a menor nivel trófico mayor nivel de colesterol y conforme aumenta el nivel trófico este marcador disminuye.

Figura 5. Asociación entre el nivel trófico y el marcador nutricio colesterol.



Al realizar el análisis de la concentración de los marcadores y asociarlos con la presencia o ausencia de lesión en el epitelio se encontró a la ferritina como un marcador con diferencias significativas (T= 2.0868, gl= 31.77, p= 0.045). En la figura 6 podemos ver como aquellos individuos sin lesión tienen niveles significativamente más altos que aquellos con lesión.

Figura 6. Valores de las concentraciones de ferritina con respecto a la presencia o no de lesión epitelial cervical.



Discusión y conclusiones

La ausencia de diferencias significativas para el valor de $\delta^{13}C$ indica que la transformación epitelial no está asociada a la zona (costera-pelágica) donde se encuentren forrajeando las hembras de lobo marino entre las distintas regiones de las loberas. Caso contrario en el nivel trófico donde sí se encontraron diferencias, específicamente al asociar con la región de muestreo. Recordemos que los niveles bajos de nivel trófico se relacionan al consumo de organismos de la parte baja de la cadena. En el ecosistema de Golfo de California, esto se asocia a consumo de peces en grupos tales como sardina o anchoveta, los cuales se sabe que contienen niveles de grasa y nutrientes más altos en comparación a otros de niveles superiores (McClatchie *et al.*, 2016). Si se observan los resultados obtenidos en este estudio se puede asociar que el consumo de alimentos con alta calidad de nutrientes favorece un nulo proceso de transformación celular. Esto se puede observa en la figura 3, principalmente en las regiones norte y la región de las grandes islas donde la presencia de estas especies es mayor a diferencia de la zona sur (Szteren y Aurioles-Gamboa, 2011).

Otro punto que podría estar favoreciendo la transformación celular, y donde también se ve involucrado el nivel trófico, es la bioacumulación de contaminantes. Hasta ahora se ha observado que existe una relación significativa de la presencia de virus oncogénicos con niveles de contaminación altos en el desarrollo del cáncer urogenital (Peñín *et al.*, 2019; Gulland *et al*., 2020). Por lo cual si se consume alimento de niveles trófico altos, se expone al consumo de especies con una acumulación mayor de contaminantes en comparación con los de niveles más bajos. Esta concentración acumulada en organismos tope, como el lobo marino, favorecería la transformación celular pudiendo llegar hasta el nivel de una displasia celular (Peñín *et al.*, 2019).

Los niveles tróficos encontrados para cada región en el Golfo coinciden con las reportadas en otros estudios (Szteren y Aurioles-Gamboa 2011). Actualmente el interés se ha concentrado en el estado poblacional de las colonias las cuales solo muestran un crecimiento en Los Islotes (colonia de la cual se analizaron los datos en este estudio) de la zona sur mientras que el resto muestra un descenso

importante. Aquí se ha especulado que un punto clave es la diversificación de la dieta, lo cual podría ser cierto si se compara con una diversidad baja en la dieta en las demás zonas y el consiguiente decremento poblacional de las loberas de ahí. Con esto se podría hipotetizar que las loberas del sur se han adaptado a la variabilidad del ambiente y que han sido capaces de buscar el alimento que satisfaga sus necesidades en comparación con otras zonas donde al comenzar a experimentar estos cambios, de disponibilidad de presa y de ambiente, no han sido todavía eficaces en su respuesta.

Los marcadores nutricios además de aportar una idea general del estado de salud de los organismos también nos comparten una visión del ecosistema. Así tenemos que la creatinina pudiera verse alterada por una condición de inanición grave, punto descartado porque todos los organismos anaizados estaban físicamente sanos, o por una actividad física constante. Así podemos encontrar que en zonas con corrientes más fuertes, como Grandes Islas, tienen niveles mayores en comparación con otras donde no es así (Szteren y Aurioles-Gamboa 2011).

Marcadores como el colesterol, el cual se pudo asociar con el nivel trófico, muestran que a mayor nivel menor cantidad de colesterol adquieren los organismos (McClatchie *et al.*, 2016). Podemos ver como los organismos en la Zona Norte pudieran estar atravesando por un cambio en la dieta, ya que antes había gran cantidad de peces clupeidos (Szteren y Aurioles-Gamboa 2011). Esta situación podría estar cambiando y afectando la calidad de vida de los organismos en esta colonias al tener que buscar a mayores distancias o comer presas menos nutritivas.

La ferritina nos indica el almacen de hierro en el organismo, y aunque se observa en general niveles bajos en comparación con otras especies, aquí se encontraron asociaciones con el estado del epitelio. Esto podría indicar que el organismo al detectar un cambio está tratando de repararlo y por esto elimina sus reservas para evitar que este se siga expandiendo.

Como conclusión podemos decir que cada zona del Golfo de California experimenta cambios, los cuales deben ser considerados para políticas ambientales. Aquí se encontró que zonas como la Norte y Grandes Islas presentan cambios que están impactando y obligando al cambio en la dieta de estos organismos. Estos cambios aunque en otros sitios son comunes, como en la Zona Sur, aquí los individuos tienen que buscar otras alternativas que en este momento paracer estar impactanto en algunos marcadores sanguíneos. Este padecimiento en el lobo marino de California nos abre las puertas a la exploración en la vida silvestre de este tipo de padecimientos, además que nos ayuda a comprender procesos que podrían ayudar incluso hasta la medicina humana.

Referencias bibliográficas

Bossart, G.D. (2006). Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health. Veterinary Pathology, 48, 3.

Browning, H., Gulland, F., Hammond J., Colegrove, K., & Hall J. (2015). Common cancer in a wild animal: the California sea lion (*Zalophus californianus*) as an emerging model for carcinogenesis. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 370, 20140228. DOI: http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0228.

Deming, A., Colegrove, K., Duignan, P., Hall, A., Wellehan, J., & Gulland, F. 2018. Prevalence of urogenital carcinoma in stranded California Sea Lions (*Zalophus californianus*) from 2005-2015. Journal of Wildlife Disease, 54. DOI: 10.7589/2017-08-208.

Erren, T., Dominique, Z., Steffany, F., & Meyer-Rochow, B. (2009). Increase of wildlife cancer: an echo of plastic pollution?. Nature Reviews. DOI: 10.38/nrc2665-c1.

FAO, Food and Agriculture Organization. (2007). Nutritional status and food security. Learner notes, course by the European Union and implemented by FAO.

García-Rodríguez, F., & Aurioles-Gamboa D. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. Fishery Bulletin, 102, 47-62.

Guerra Montemayor, A. (2010). Indicadores bioquímicos. El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. México: Mc Graw Hill.

Johnson, S., Lowenstine, L., Gulland, F., Jang, S., Imai, D., Almy, F., DeLong, R., & Gardner, I. (2006). Aerobic bacterial flora of the vagina and prepuce of California sea lions (*Zalophus californianus*) and investigation of associations with urogenital carcinoma. Veterinary Microbiology, 114, 94-103.

Laake, J., Lowry, M., Delong, R., Melin, S., & Carretta, J. (2017). Population growth and status of California Sea Lions. Journal of Wildlife Management. DOI: 10.1002/jwmg.21405.

McClatchie, S., Field, J., Thompson, A., Gerrodette, T., Lowry, M., Fiedler, P., Watson, W., Nieto, K., & Vetter R. (2016). Food limitation of sea lion pups and the decline of forage off central and

southern California. Royal Society Open Science, 3, 150628. DOI: 10.1098/rsos.150628.

Mellink, E., & Romero-Saavedra, A. 2005. Diet of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Jorge Island, northern Gulf of California, Mexico, 1998-1999. Ciencias Marinas, 31, 369-377.

Peñín, I., Figueroa-Cabañas, M., Guerrero-de la Rosa, F., Soto-García, L., Álvarez-Martínez, R., Flores-Morán, A., & Acevedo-Whitehouse, K. (2019). Transcriptional profiles of California sea lion peripheral NK and CD+8 T cells reflect ecological regionalization and infection by oncogenic viruses. Frontiers in Immunology, 10, 413. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00413.

Post, D.M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. Ecology, 83, 703-718.

Randhawa, N., Gulland, F., Ylitalo, G., DeLong, R., Mazet, J. (2015). Sentinel California sea lions provide insight into legacy organochlorine exposure trends and their association with cancer and infectious disease. One Health, 1, 37-43.

Rosas-Hernández, M., & Aurioles-Gamboa, D. y Hernández-Camacho, C. (2019). Specialized foraging habits of adult female California sea lions *Zalophus californianus*. Marine Mammal Science, 000,1-26.

Segurola Gurrutxaga, H., Cárdenas Lagranja, G., & Burgos Peláez, R. (2016). Nutrientes e inmunidad. Nutrición Clínica en Medicina, 10, 1-19.

Suverza, A. (2010). Introducción a la evaluación del estado de nutrición. El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. México: Ed. Mc Graw Hill.

Szteren, D., & Aurioles-Gamboa, D. (2011). Ecological regionalization of *Zalophus californianus* rookeries, as a tool for conservation in the Gulf of California. Ciencias Marinas, 37, 349-368.

Villegas Valverde, C., & Faxas García, M. 2014. La nutrición en la inmunidad y el cáncer. Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo, 51, 30-36.

Zitvogel, L., Pietrocola, F., & Kroemer, G. (2017). Nutrition, inflammation and cancer. Nature Immunology, 18, 843-850. DOI: 10.1038/ni.3754.

La paradoja del envejecimiento en la mutante de *clk-1*

José Antonio Carracedo González, Fausto Arellano Carbajal, Roberto Carlos Álvarez Martínez.

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales.

Laboratorio de Biología Cuantitativa y Sistemas Complejos

jcarracedo28@alumnos.uaq.mx

Resumen

La biología de sistemas es un enfoque poderoso para tratar de entender procesos complejos como el envejecimiento. En este trabajo utilizamos el gusano *C. elegans* como modelo del envejecimiento. Las mutantes mitocondriales de *C. elegan*s han generado una extensa cantidad de información sobre sus mecanismos celulares y moleculares. De estas mutantes, *clk-1* es un gen que codifica para un precursor de la ubiquinona y muestra un curioso fenotipo pleiotrópico, caracterizado por el ralentizamiento de los comportamientos, longevidad extendida y múltiples cambios moleculares. Sin embargo aún se desconoce cuál es la relación entre los diversos cambios moleculares y los otros fenotipos de esta mutante. En este trabajo, se modelaron las interacciones moleculares con una novedosa red booleana. Los resultados muestran que el gen *aak-2* (AMPK) es crucial para la longevidad de *clk-1*, dado su rol en la inducción de la respuesta a estrés observada en los atractores de la red y en cómo altera la esperanza de vida y la esperanza de vida saludable. Para definir este último término propusimos la estimación de un novedoso índice de salud, basado en el desgaste de comportamientos neuromusculares. Encontramos que las propiedades de los atractores dependen ampliamente en la regulación cíclica de la respuesta al estrés en la mutante de *clk-1*. De estos resultados inferimos que la respuesta al estrés puede incrementar la esperanza de vida, pero el estado de salud depende únicamente de la cantidad de daño celular presente. Además, el equilibrio dinámico podría ser el principal regulador del envejecimiento.

Palabras clave: Envejecimiento, Biología de sistemas, Regulaciones moleculares, Esperanza de vida saludable, *C. elegans* y redes booleanas .

Abstract

Systems Biology is a powerful approach to understand complex processes such as aging. In this work, we use the *C. elegans* worm as a model for studying aging. The long-lived mutants of *C. elegans* have generated extensive data about the molecular and cellular mechanisms involved in aging. Among these mutants, *clk-1* is a well-studied gene that encodes for a ubiquitin precursor and exhibits an interesting pleiotropic phenotype during aging, characterized by slow rate behaviors, extended longevity and a multitude of molecular alterations. However, further elucidation is required for disentangling the relationship between these molecular changes and the other phenotypes. We combined experimental data and network theory to predict the molecular interactions with a novel boolean network. The results show that *aak-2* (AMPK) is a critical gene for the long lifespan of *clk-1*, given its important role in the induction of a stress response observed in the network attractors and in the healthspan and lifespan. To define the healthspan, we propose a novel health index estimation based on the attrition of neuromuscular behaviors. We found that the attractor properties widely depend on a cyclic regulation for the stress response in the *clk-1* mutant. From our findings, we infer that while stress responses can increase lifespan, healthspan primarily relies on the amount of cellular damage. Also, dynamic equilibrium might be the main regulator in the aging process.

Key words: Aging, Systems Biology, Molecular pathways, Healthspan, *C. elegans* & Boolean networks .

Introducción

El envejecimiento es un tema de gran interés en las ciencias biológicas, ya que el comprender cuáles son los factores que influyen en la salud y la esperanza de vida es crucial para abordar la creciente incidencia de enfermedades neurodegenerativas en la población (Sanches et al., 2021).

El primer paso al estudiar el envejecimiento es encontrar un organismo que envejezca a un ritmo razonable y que tenga cierta similitud con los humanos. En este sentido, el nematodo *Caenorhabditis elegans* es un modelo ideal ya que tiene una esperanza de vida promedio de 21 días (Meneely et al., 2019), y el 80% de sus genes tienen ortólogos directos con genes humanos (Shaye & Greenwald, 2011). Además, este gusano cuenta con sistema nervioso, digestivo y tejido muscular. Un gen relevante en el envejecimiento de *C. elegans*, que codifica para un precursor de la ubiquinona, es *clk-1*. La mutante de este gen aumenta la esperanza de vida, de este gusano, en casi el doble (Liu et al., 2017). Otro gen importante para esta mutante es *aak-2* (que codifica para la subunidad alfa de la quinasa AMPK), ya que una doble mutante con este gen reduce la esperanza de vida a condiciones silvestres (Curtis et al., 2006); sin embargo, se desconoce cuales son los mecanismos moleculares que producen este efecto.

Tratar de entender cómo los mecanismos moleculares, alteran el proceso de envejecimiento es uno de los principales enigmas actuales. En *C. elegans* se conocen una gran cantidad de mutantes y procesos asociados al envejecimiento (Uno & Nishida, 2016), pero se desconoce cómo interactúan estos procesos y cómo influyen estas interacciones en la longevidad y el estado de salud. Para resolver este problema es necesario recurrir a nuevas herramientas matemáticas y bioinformáticas como las redes booleanas (Pušnik et al., 2022). Este tipo de modelo integra fácilmente la información de procesos biológicos, permite analizar las dinámicas del sistema y predecir condiciones desconocidas al momento de construir la red.

En este trabajo se infirió una red booleana para analizar las interacciones asociadas a la mutante de *clk-1* en *C. elegans*, y evaluar los efectos de esta mutante, así como de la doble mutante con *aak-2*. Después contrastamos el impacto de estas mutantes en la red con su impacto en la esperanza de vida y la esperanza de vida saludable de las mutantes reales. Para esto último proponemos un método novedoso que estima la salud de las cepas a partir de los comportamientos de bombeo, coleteo y defecación.

Los resultados muestran que, en la red, la mutante longeva de *clk-1* induce una respuesta a estrés, mientras que la doble mutante con aak-2 se inhibe esta respuesta y se reduce la longevidad. Por otro lado, la salud de la cepa silvestre es la mejor en comparación con las mutantes, que sufren de estrés celular, donde la doble mutante tiene la peor esperanza de vida saludable. De estos resultados podemos concluir que el daño celular aumenta la esperanza de vida a través de la respuesta al estrés, pero la calidad de la salud depende únicamente de la cantidad de daño celular presente.

Además de estos resultados, también se observó que los atractores o estados estables para la mutante de *clk-1* se encuentran oscilando, esto sugiere que la naturaleza dinámica de estas interacciones podrían ser las responsables del fenotipo de envejecimiento.

Metodología

Red booleana: Las redes booleanas son modelos que únicamente requieren de la información cualitativa de un sistema para construir la red, cada nodo o variable tiene un valor de encendido o apagado y este estado se define por su interacción con otros nodos. Estas interacciones se definen en las reglas booleanas, en donde los operadores lógicos AND, NOT y OR indican qué elementos deben estar presentes y/o ausentes para que se active un gen o proceso (Schwab et al., 2020). En este trabajo se determinaron los elementos e interacciones, por medio de una revisión bibliográfica, se creó un modelo discreto con actualización sincrónica, por medio del lenguaje de programación R (R Core Team, 2022) y la biblioteca Boolnet (Müssel et al., 2010). El análisis de la red consistió en determinar

los atractores o estados estables de la red, esto se hizo con la librería Boolnet.

Cepas utilizadas: se pidieron las cepas N2 (silvestre), *clk-1* y *aak-2* del CGC (Caenorhabditis Genetics Center) en Minnesota, Estados Unidos. Los gusanos se mantuvieron con alimento en cajas Petri desechables de 60 x 15 mm con 10 ml de medio NGM a 20°C y en oscuridad. Para el alimento se utilizaron 180 µl de medio 2xTY, inoculado con la bacteria Escherichia coli OP50, con una incubación previa y posterior de 24 horas a temperatura ambiente.

Generación de la doble mutante: se indujo choque térmico a 33°C por dos horas a 18 gusanos L4 de la cepa *aak-2*, para aumentar la probabilidad de encontrar machos en la progenie. Posteriormente se colocaron cajas con dos gusanos hermafroditas de *clk-1* y seis machos de *aak-2* a 20°C, para inducir el apareamiento; de la progenie F2 de estos gusanos se buscó la doble mutant, finalmente se identificó por PCR(Reacción en cadena por polimerasa).

Ensayos de comportamiento: se midieron los comportamientos de bombeo faríngeo y coleteo con 20 gusanos adultos de un día, las mediciones se repitieron con los mismos gusanos en los días 3, 5, 7 y 9. El ensayo de bombeo faríngeo consistió en medir la cantidad de bombeos que realiza un gusano en 30 segundos, se realizaron tres réplicas de este ensayo por cada gusano. Para medir el coleteo, cada gusano se colocó en el pozo de una cámara celular, lleno con buffer M9, una vez colocados en medio líquido se midió la cantidad de coleteos que cada gusano realizaba en un minuto y se realizaron tres réplicas por gusano.

Análisis estadístico: se realizó un ANOVA mixto de dos vías con los resultados de los ensayos de comportamiento; tanto el ANOVA como las pruebas para los supuestos del análisis se realizaron en el lenguaje de programación R y se utilizó la biblioteca rstatix (Kassambara, 2023). Cuando los supuestos no se cumplían, se realizó la prueba no paramétrica de medias recortadas; para esta prueba se utilizó la biblioteca WRS2 (Mair & Wilcox, 2020) en R.

Propuesta y cálculo del índice de salud: Para la estimación del índice de salud se normaliza la escala de los datos de los tres ensayos y se sumaron por gusano en un solo conjunto de datos. Después se estimó la función matemática que mejor se ajustaba a los datos de cada cepa, para estimar las funciones se utilizó el método de regresión simbólica en el software Eureqa (Eureqa, .1.24.0. 2015). Posteriormente se determinó el área bajo la curva con la integral definida de cada función. Este valor es el que se utilizó como el índice de salud de cada cepa: entre más grande es este valor más saludable se mantiene la cepa con el tiempo.

Resultados

La red obtenida está compuesta de 29 nodos que representan diferentes tipos de elementos moleculares como: factores de transcripción, quinasas, enzimas, procesos como la autofagia y metabolitos como el ATP. Todos estos elementos se asocian a cuatro procesos principales: la respuesta mitocondrial a proteínas mal plegadas, autofagia, metabolismo de lípidos y el metabolismo energético (Figura 1).

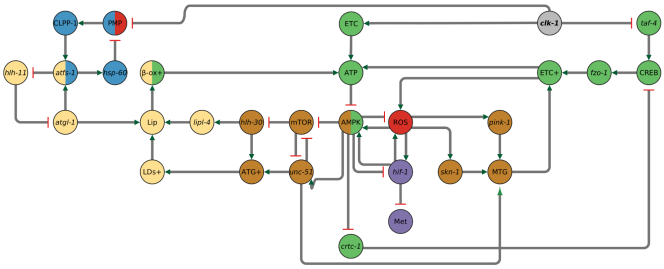


Figura 1. Red de interacciones en la mutante de *clk-1*. Se muestran las interacciones moleculares que ocurren en la mutante de *clk-1*, en color verde se resaltan los elementos asociados al metabolismo energético, en color cafe al proceso de autofagia, en amarillo al metabolismo de lipidos, en azul a la respuesta a proteinas mal plegadas, en morado el factor inducible por hipoxia y en rojo los metabolitos perjudiciales.

Cuando en la red hay condiciones silvestres, el estado estable, o atractor, muestra que los cuatro procesos principales se mantienen inactivos, pero cuando *clk-1* se encuentra inhibido los atractores muestran que todos los procesos principales están encendidos y oscilando. Por otro lado, los atractores de la doble mutante muestran una condición muy

similar a la de la cepa silvestre, en donde únicamente se encuentra activa la respuesta mitocondrial a proteínas mal plegadas (Figura 2).

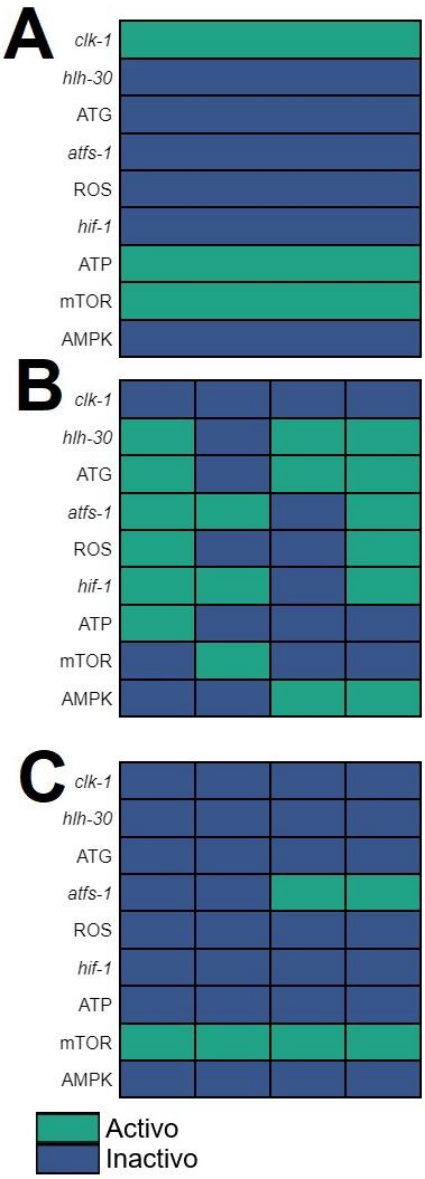


Figura 2. Atractores simplificados de la red. Se muestran los estados estables de la red de *clk-1* en tamaño reducido a 4 estados y con elementos representativos. A. atractor en condiciones silvestres, solo tiene un estado. B. Atractor de la mutante de *clk-1,* el original está compuesto por 16 estados. C. atractor de la mutante de clk-1;aak-2, el atractor original está compuesto de 8 estados.

La suma de los ensayos de bombeo faríngeo y coleteo mostró que, en conjunto, estos dos comportamientos disminuyen su frecuencia con el tiempo y de forma diferente entre las cepas. El análisis de varianza (ANOVA) mixto de dos vías mostró que hay una diferencia significativa en los datos de las cepas, así como un efecto del tiempo y de las cepas en el comportamiento (Figura 3). Debido a que en algunos casos no se cumplieron los supuestos, también se realizó la prueba no paramétrica de medias recortadas, el resultado de esta prueba siguió mostrando el mismo resultado que el ANOVA.

Con los datos de los ensayos de comportamiento se estimó el índice de salud, este valor es el área de la función que mejor se ajustó a los datos: en el área total se ven reflejados todos los cambios que pueda haber en el comportamiento, por lo tanto entre más grande sea este valor más saludable es la cepa, ya que el decaimiento general es menor y los gusanos mantienen su integridad por más tiempo. Los resultados mostraron que la cepa más saludable es la cepa silvestre N2, luego sigue la mutante de *aak-2* que tiene un 90% del estado de salud observado en N2; le sigue la mutante de *clk-1* con un 63% y por último la doble mutante con un 36% (Tabla 1).

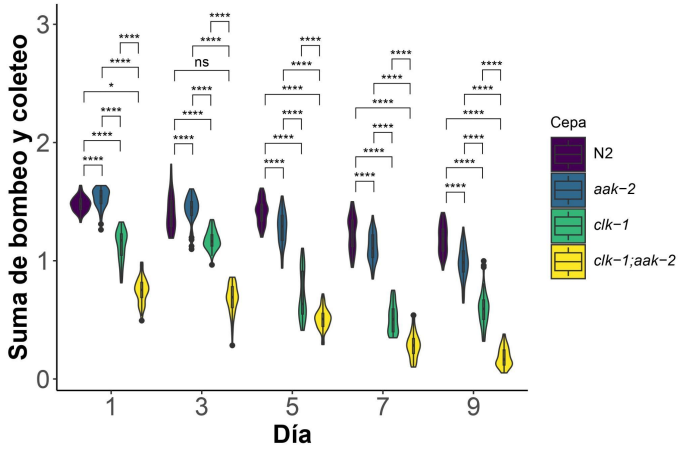


Figura 3. Datos de bombeo y coleteo en escala relativa y sumados. Las barras de significancia corresponden a la prueba de ANOVA mixto de dos vías.

El estado de salud contrasta con la esperanza de vida, ya que *clk-1* es la cepa más longeva mientras que N2 *aak-2* y *clk-1;aak-2* tienen una esperanza de vida muy similar entre sí (Figura 4).

Tabla 1. Índice de salud basado en los datos de bombeo y coleteo. En la segunda columna se muestra la ecuación estimada para cada cepa, en la tercera columna el área calculada con la integral definida de cada función y en la cuarta columna el porcentaje de de salud con respecto a la cepa silvestre.

Cepa	Funcion	Área	%
N2	Y = 1.55 - 0.038X - 0.054sen(X)	10.8	100%
aak-2	Y = 1.25 + 0.3095cos(-31.13X)	9.9	92.4%
clk-1	Y = 1.2 - 0.09X - 0.2cos(0.5 + X)	6.4	59.9%
clk-1;aak-2	Y = 0.45 + 0.29cos(0.5 - 0.38X)	3.8	36%

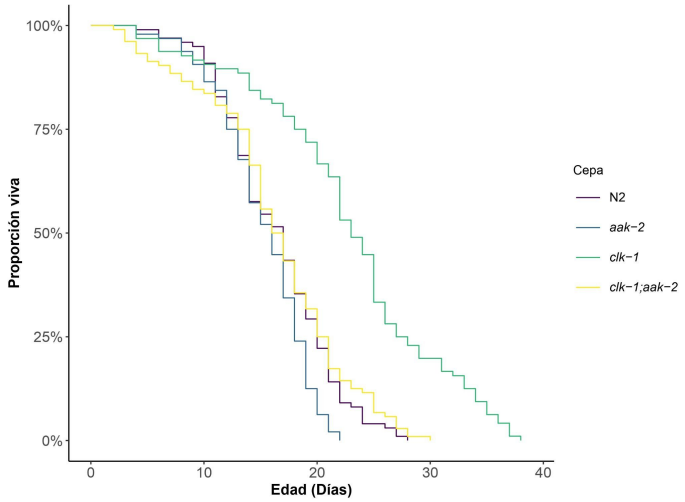


Figura 4. Curvas de longevidad. Para las diferentes cepas analizadas en condiciones de laboratorio. La esperanza de vida de estas cepas puede verse en el punto al que la población llega al 50% de su supervivencia..

Discusión y conclusiones

Los resultados de la red muestran que la cepa longeva de *clk-1* tiene una inducción de todos los procesos principales, lo cual se puede interpretar como una respuesta al estrés provocado por el efecto negativo que produce la falta de ubiquinona (Bárcena et al., 2018). Por otro lado, la doble mutante de *clk-1* con *aak-2* evita que se induzca en gran medida la respuesta al estrés, en esta situación se pierde la longevidad extendida de *clk-1*. De esta información se puede inferir que la respuesta al estrés es necesaria para la extensión de la esperanza de vida en la mutante de *clk-1*. Esta suposición se puede corroborar con los cambios de expresión descritos para los procesos analizados en esta mutante.

Los resultados también muestran que la cepa más saludable es N2 y qué *clk-1,* a pesar de tener una mayor esperanza de vida, tiene un mayor decaimiento en el estado de salud; aunque en esta mutante hay una respuesta al estrés aún siguen estando presentes los responsables de inducir esta respuesta: las proteínas mal plegadas y las especies reactivas de oxígeno. Esta situación se repite en la doble mutante: hay estrés y adicionalmente la respuesta al estrés está casi inhibida, en estas circunstancias la esperanza de vida es incluso peor que en la mutante de *clk-1*. Esto último nos muestra que la esperanza de vida saludable depende únicamente de la cantidad de estrés celular presente, ya que en condiciones normales la salud es buena, pero en condiciones de estrés empeora y en condiciones donde el estrés no se amortigua adecuadamente la esperanza de vida saludable disminuye.

Es necesario destacar que la estimación del índice de salud nos da una aproximación de la esperanza de vida saludable, la cual es complicada de medir ya que no es posible determinar con exactitud la transición de la juventud a la vejez (Kaeberlein, 2018). Aunque este nuevo método no define este punto de transición, nos indica con qué magnitud algunas condiciones pueden empeorar o mejorar la esperanza de vida saludable.

Otro resultado importante en este trabajo fue describir la naturaleza dinámica de los atractores, ya que esto fortalece la teoría de que los procesos complejos, y la homeostasis, están más cerca de funcionar como procesos hemodinámicos y no estáticos. En el caso del envejecimiento se cree que es necesario mantener este equilibrio dinámico para evitar el detrimento asociado a la edad (Cohen et al., 2022). Aunque esta teoría y estas interacciones proponen un paradigma muy elocuente, para el envejecimiento, se necesita recurrir a tecnología poco accesible, en el mundo, para comprobarlo.

El uso en conjunto del enfoque de biología de sistemas con el enfoque experimental tradicional

ayudó a determinar cómo las interacciones moleculares afectan al fenotipo. También se predice que la regulación cíclica de la respuesta al estrés podría aumentar la esperanza de vida y el estado de salud en ausencia de estrés. En conclusión, integrar diferentes formas de análisis y enfoques metodológicos, puede revelar propiedades desconocidas de procesos complejos como el envejecimiento.

Agradecimientos

Gracias al Programa 20205007011001, del Fondo para el desarrollo del Conocimiento (FONDEC-UAQ-2022) por el apoyo económico brindado para la realización de este proyecto, así como al Laboratorio de Biología y Sistemas Complejos y el laboratorio de genética molecular y ecología evolutiva, por el espacio y equipo de cómputo brindado para la realización de este proyecto.

Referencias

Bárcena, C., Mayoral, P., & Quirós, P. M. (2018). Mitohormesis, an Antiaging Paradigm. En International Review of Cell and Molecular Biology (Vol. 340, pp. 35-77). Elsevier. https://doi.org/10.1016/bs.ircmb.2018.05.002

Cohen, A. A., Ferrucci, L., Fülöp, T., Gravel, D., Hao, N., Kriete, A., Levine, M. E., Lipsitz, L. A., Olde Rikkert, M. G. M., Rutenberg, A., Stroustrup, N., & Varadhan, R. (2022). A complex systems approach to aging biology. Nature Aging, 2(7), 580-591. https://doi.org/10.1038/s43587-022-00252-6

Curtis, R., O'Connor, G., & DiStefano, P. S. (2006). Aging networks in Caenorhabditis elegans: AMP-activated protein kinase (aak-2) links multiple aging and metabolism pathways. Aging Cell, 5(2), 119–126. https://doi.org/10.1111/j.1474-9726.2006.00205.x

Eureqa (1.24.0). (2015). [Software]. Nutonian Inc. http://52.45.171.32/products/eureqa-desktop/

Kaeberlein, M. (2018). How healthy is the healthspan concept? GeroScience, 40(4), 361-364. https://doi.org/10.1007/s11357-018-0036-9

Kassambara A (2023). _rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests_. R package version 0.7.2, <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>.

Liu, J.-L., Yee, C., Wang, Y., & Hekimi, S. (2017). A single biochemical activity underlies the pleiotropy of the aging-related protein CLK-1. Scientific Reports, 7(1), 859. https://doi.org/10.1038/s41598-017-00754-z

Mair, P., & Wilcox, R. R. (2020). Robust Statistical Methods in R Using the WRS2 Package. Behavior Research Methods, 52, 464-488.

Meneely, P. M., Dahlberg, C. L., & Rose, J. K. (2019). Working with Worms: Caenorhabditis elegans as a Model Organism. Current Protocols Essential Laboratory Techniques, 19(1). https://doi.org/10.1002/cpet.35

Müssel, C., Hopfensitz, M., Kestler, H. (2010). BoolNet -- an R package for generation, reconstruction and analysis of Boolean networks. Bioinformatics 26(10):1378-1380

Pušnik, Ž., Mraz, M., Zimic, N., & Moškon, M. (2022). Review and assessment of Boolean approaches for inference of gene regulatory networks. Heliyon, 8(8), e10222. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10222

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Sanches, C., Stengel, C., Godard, J., Mertz, J., Teichmann, M., Migliaccio, R., & Valero-Cabré, A. (2021). Past, Present, and Future of Non-invasive Brain Stimulation Approaches to Treat Cognitive Impairment in Neurodegenerative Diseases: Time for a Comprehensive Critical Review. Frontiers in Aging Neuroscience, 12, 578339. https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.578339.

Schwab, J. D., Kühlwein, S. D., Ikonomi, N., Kühl, M., & Kestler, H. A. (2020). Concepts in Boolean network modeling: What do they all mean? Computational and Structural Biotechnology Journal, 18, 571-582. https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.03.001

Shaye, D. D., & Greenwald, I. (2011). OrthoList: A Compendium of C. elegans Genes with Human Orthologs. PLoS ONE, 6(5), e20085. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020085

Uno, M., & Nishida, E. (2016). Lifespan-regulating genes in C. elegans. Npj Aging and Mechanisms of Disease, 2(1), 16010. https://doi.org/10.1038/npjamd.2016.10

Creencias y barreras del CACU en el personal de salud y administrativo de una UMF

Autor: Dra. Norma Angélica López Borques/UAQ/angelica.borques.md@gmail.com
Asesor: Dr. Erasto Carballo Santander/UAQ/erastocsantander@gmail.com

Introducción: En México, el Cáncer Cervicouterino es la segunda causa de muerte por cáncer en la mujer. La vacunación contra el VPH, cribado y tratamiento de las lesiones precancerosas son una forma adecuada de prevenir la enfermedad. **Objetivo:** Identificar las creencias y barreras existentes con respecto al Cáncer Cervicouterino en el personal de salud y administrativo en una Unidad de Medicina Familiar. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio trasversal descriptivo, el grupo de estudio son mujeres con puesto administrativo y personal de salud en la UMF N°7. Obteniendo una muestra de 73 mujeres utilizando la fórmula para población finita, muestreo aleatorio simple; las variables que se tomaron en consideración son Creencias y Barreras con respecto al Cáncer Cervicouterino; los criterios de selección fueron personal femenino de salud y administrativo de la UMF 7. Realizando un análisis estadístico descriptivo por medio de frecuencias, porcentajes e intervalo de confianza. **Resultados:** Edad media de 35 años, 62% personal de salud y 38% administrativo, antigüedad laboral media de 8 años, escolaridad Licenciatura 52%. Menarca se presentó a los 12 años, 8% manifestó tener alguna infección por VPH, 94% se ha realizado alguna vez un papanicolaou. La barrera de conocimiento presenta un 37% de limitante con respecto al tema de CACU; un 98% consideran que la citología vaginal es una prueba benéfica para su salud. **Conclusiones:** Siendo una población que se desempeña en el ámbito de salud presenta ciertas barreras que están impidiendo que el proceso preventivo de una enfermedad se lleve a cabo.

Palabras clave: Cáncer cervicouterino, prevención, creencias, barreras.

Beliefs and Barriers of Cervical Cancer (CACU) in Health and Administrative Personnel of a Family Medicine Unit

Summary

Introduction: In Mexico, Cervical Cancer is the second leading cause of cancer-related death in women. HPV vaccination, screening, and treatment of precancerous lesions are an appropriate way to prevent the disease. **Objective:** To identify the existing beliefs and barriers regarding Cervical Cancer in health and administrative personnel in a Family Medicine Unit. **Materials and Methods:** A descriptive cross-sectional study was conducted with the study group consisting of women with administrative positions and health personnel at UMF No.7. Samples of 73 women using the formula for finite populations and simple random sampling; variables considered included Beliefs and Barriers regarding Cervical Cancer; the selection criterias were female health and administrative staff at UMF 7, by performing a descriptive statistical analysis using frequencies, percentages, and trust intervals. **Results**: The average age was 35 years, 62% being health personnel and 38% administrative staff, the average job seniority was 8 years, 52% having a bachelor's degree. Menarche occurred at the age of 12, 8% reported having a HPV infection, and 94% has at some point undergone a Pap smear. Knowledge barriers accounted for 37% regarding the topic of Cervical Cancer (CACU), a 98% considers that a vaginal cytology is a beneficial test for their health. **Conclusions:** As a population working in the

Asociación entre Funcionalidad Familiar Adherencia al Tratamiento en Lumbalgia Crónica

Autores: Angelica Berenice Alvarado León; Erasto Carballo Santander, Oscar Eduardo Durán Castillo, IMSS; UMF#7, SJR, Querétaro angelalvaradoleon@814gmail.com, erastocsantander@gmail.com

Resumen:

La lumbalgia es considerada un problema de Salud Pública, siendo la séptima causa de ausentismo laboral. La prevalencia alcanza cifras entre 7.6% y 37% con mayor presencia en los sujetos entre 45 y 60 años, afectado de forma indistinta a hombres y mujeres, siendo el 50% de las personas trabajadoras quien sufre un episodio esta enfermedad se realizan estudios midiendo la adherencia en enfermedades crónicas reportando un 48.4% siendo adherentes, por lo que la adherencia al tratamiento favorece una recuperación óptima sin embargo la familia en el contexto de funcionalidad en enfermedades crónica juega un rol importante debido a una serie de comportamientos complejos en el paciente y adaptación del núcleo familiar. Objetivo: Determinar la asociación entre funcionalidad familiar y adherencia al tratamiento en pacientes con lumbalgia crónica. Metodología: Estudio transversal comparativo, se utiliza fórmula para comparación de dos poblaciones cada grupo consta de 50 pacientes, conformado por adultos con diagnóstico de lumbalgia crónica, adscritos a la UMF#7 en SJR con y sin adherencia al tratamiento, se aplicó el cuestionario FF-Sil instrumento que mide la funcionalidad familiar y ARMS-e. que mide la adherencia al tratamiento. Se utilizó el programa estadístico SPSS V.23 para el análisis y el cálculo de los datos. Resultados: Se estudiaron 100 pacientes con lumbalgia crónica, con un promedio edad 50años, encontrándose con 65% no funcionales con un 78% No Adherencia al tratamiento. Conclusión: No existe asociación entre funcionalidad familiar y adherencia al tratamiento en pacientes con lumbalgia crónica, ya que el valor de p= .231

Conclusión: Si existe asociación entre funcionalidad familiar y adherencia al tratamiento en pacientes con lumbalgia crónica, ya que el valor de significancia de (p=.000).

Palabras clave: Funcionalidad familiar, adherencia al tratamiento, lumbalgia crónica.

Summary:

Objective: To determine the association between family functionality and treatment adherence in patients with chronic low back pain. Methodology: A comparative cross-sectional study was

healthcare field, certain barriers are preventing the preventive process of a disease from being carried out.

Keywords: Cervical cancer, prevention, beliefs, barriers.

Introducción

El cáncer cervicouterino es una de las principales causas de muerte por neoplasias malignas en la población femenina sexualmente activa, esto a pesar de que se ha logrado una mejor accesibilidad para el tamizaje de esta enfermedad y se han fomentado campañas de sensibilización e información con base a la prevención.

El Virus del Papiloma Humano es la causa de infección vírica más habitual del aparato reproductor; una gran mayoría del cáncer cervicouterino (más del 95%) se debe al virus del papiloma humano (VPH).[1]

En México, el Cáncer Cervicouterino (CACU) es la segunda causa de muerte por cáncer en la mujer, con una frecuencia de 13,960 casos anuales; según datos de la Secretaría de Salud, 1 de cada 10 muertes por cáncer en mujeres mexicanas es debido al cáncer de cuello uterino. En Querétaro, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 del Instituto Nacional de Salud Pública, arroja que el 34.1% de las mujeres queretanas mayores de 20 años se realizó el Papanicolaou, mientras que en el 2012 la cifra fue de 41.1%, sin embargo, en ambos años se ubica por debajo de la media nacional.[2]

Por otro lado, la misma ENSANUT del año 2022, reporta que el 23.9% de mujeres ≥ 20 años, se realizaron una prueba de Papanicolaou, el 30% de mujeres entre 40 a 59 años se realizaron un Papanicolaou; de este total el 13.6% se realizó dicho estudio porque presentó alguna sintomatología.[3]

Con base en el poco acceso que existe a las pruebas de detección temprana para CACU se pudo establecer el principal objetivo de esta investigación: Identificar las creencias y barreras del Cáncer Cervicouterino en el personal de salud y administrativo de una Unidad de Medicina Familiar.

Metodología

Diseño de la investigación: Se trata de un estudio transversal descriptivo.

Definición de la población: Personal femenino del área de la salud y administrativo de la Unidad de Medicina Familiar No. 7.

Lugar de la investigación: Unidad de Medicina Familia No. 7, San Juan del Rio, Querétaro

Criterios de selección

Criterios de inclusión: Personal femenino del área de la salud y administrativo de la U.M.F. 7.

Criterios de exclusión: Personal femenino del área de la salud y/o administrativo que por cuestiones de tiempo laboral no le sea posible contestar los instrumentos.

Criterios de eliminación: Llenado incorrecto o incompleto de los cuestionarios.

Tamaño de la muestra: Se utilizó la fórmula para población finita considerando como marco muestral a las 102 trabajadoras del sexo femenino de la UMF 7 y una prevalencia del 63% con respecto a las barreras en el ámbito del conocimiento. Obteniendo una muestra de 73 mujeres.

Técnica muestral: Aleatorio simple

Análisis estadístico: Se utilizó estadística descriptiva por medio de frecuencias, porcentajes e intervalo de confianza; utilizando el programa estadístico de SPSS Stadistics 25.0.

Resultados

Del total de la muestra estudiada que corresponde a 73 trabajadoras que laboran en una Unidad de Medicina Familiar, se identificó que la media de edad corresponde a 35 años, la antigüedad promedio fue de 7 años. Con base en la categoría contractual, el 62% corresponde a personal de salud, teniendo menor porcentaje el administrativo con un 38%.

El grado de escolaridad que mayor frecuencia tuvo fue Licenciatura con un 52%, seguido del nivel Preparatoria en un 44%; el estado civil con mayor porcentaje fue soltera con 39% y casada en 36%.

En los Antecedentes Gineco Obstétricos encontramos los siguientes datos:

La media de edad de menarca fue a los 12 años, el inicio de vida sexual presentó una media de 19 años; con respecto al número de parejas sexuales la media fue de 4. El 86% reconoció que alguna vez en su vida ha utilizado un método anticonceptivo, el 88% indicó que alguna vez en su vida presentó infecciones vaginales, el 92% nunca ha presentado infección por Virus de Papiloma Humano; finalizando con un 94% que sí se ha realizado un Papanicolaou.

Con respecto a los resultados de la variable Barreras podemos observar los siguientes resultados:

Tabla 1.- Barreras de Cáncer Cervicouterino

n=73

	Puede existir %	Existe %	No existe %
Conocimiento CACU	37	-	63
Cultural	16	2	82
Acceso demográfico	7	-	93

Derivado de la tabla anterior podemos observar que el mayor porcentaje se encuentra en el rubro de **no existe barrera** con respecto a las tres dimensiones que se evalúan.

La tabla de resultados en Creencias los resultados son los siguientes:

Tabla 2.- Creencias de Cáncer Cervicouterino

n=73

Dimensiones	%
Beneficios	98
Severidad	94
Barreras	80
Susceptibilidad	76
Claves para la acción	
- Citología vaginal	59
- Vacunación	58

El dato más relevante se va a centrar en la dimensión de Claves para la acción.

Discusión

En esta investigación al determinar las Creencias y Barreras que existen en el personal administrativo y de salud de una Unidad de Medicina Familiar, se pudo encontrar que del total de la muestra la media de edad fue de 35 años, la categoría contractual que mayor prevalencia tuvo fue personal de salud representando al 62% de la muestra, el grado de escolaridad que predominó fue nivel Licenciatura con un 52%. El 92% indicó que nunca ha presentado infecciones ocasionadas por Virus de Papiloma Humano.

La variable Barreras arrojó la siguiente información; en la dimensión conocimiento un 37% puede presentar una limitante, mientras que el 63% no lo tiene, en la dimensión de cultura solamente el 2% tiene una limitante, el acceso demográfico no fue una limitante de importancia. Con base en las Creencias la mayoría de la muestra considera que las acciones de prevención con respecto al VPH tienen beneficio sobre su salud, sólo el 76% cree que tanto ella como su pareja son susceptibles a presentar infecciones por el VPH.

Los datos arrojados del instrumento de Barreras son interesantes debido a que esperaríamos que el porcentaje de limitante con respecto al conocimiento que se tiene sobre CACU sería menor, sin embargo, podemos ver que la información que se tiene es deficiente e insuficiente y nos genera aún limitantes que vamos heredando a los derechohabientes; la cultura sigue representando una variable que puede tener inferencia en la decisión de la población con respecto a la prevención. Las Creencias que mayor relevancia presentan son las correspondientes a la dimensión de claves para la acción; del total de la muestra más de la mitad considera que el personal de salud tiene el suficiente impacto sobre la orientación de las medidas preventivas en el CACU y uso de vacunación.

Derivado de los resultados ya expuestos, podemos confirmar que aún existen deficiencias en la información que se le está proporcionando tanto al personal trabajador del sector salud, así como a los derechohabientes.

Conclusiones

Podemos enfatizar que a pesar de ser una población que se desempeña en un ámbito de salud, presenta ciertas barreras que están impidiendo que el proceso preventivo de una enfermedad se lleve a cabo.

Un 37% de la población presentó Barreras en el aspecto de conocimiento. Con respecto a Creencias en la dimensión de claves para la acción, se encontró que solamente un 59% de la población total considera que la Citología vaginal tiene un impacto favorable en la salud y el 58% considera que la vacunación tiene impacto positivo.

Como personal que se desempeña en el ámbito de salud, es importante que contemos con la información correcta sobre estrategias de impacto para prevención y detección de enfermedades como el VPH; no solo en la población derechohabiente, también para poder nosotras mismas gozar de un óptimo estado de salud.

El conocimiento y la información correcta hacen la diferencia entre una población bien informada y otra que desafortunadamente no pueda gozar de la mínima orientación.

Es un derecho de todas las personas recibir información real, oportuna y sencilla para la compresión de la misma.

Referencias bibliográficas

1. Guía de Práctica Clínica GPC. Prevención y detección oportuna del Cáncer cérvico uterino en el primer nivel de atención: Evidencias y Recomendaciones. México: IMSS; 2011 [Consultado 2022 jul 16]. Disponible en: https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/146GER.pdf
2. Gutiérrez M, Juárez A. Desarrollo y validación de un instrumento en la determinación de barreras de acceso para pruebas de cribado de cáncer cervicouterino en México. RECIEN [Internet]. 2021 [consultado 2022 oct 15]; 21: 4-21. DOI: https://doi.org/10.14198/recien.2021.21.02
3. Escamilla M, Castro L, Romero M. Detección, diagnóstico previo y tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles en adultos mexicanos. Ensanut 2022. Salud Pública Mex [Internet]. 2023 [consultado 2023 sep 18]; 65 (suplI):S153-S162. DOI.org/10.21149/14726
4. Olivera M. Conocimiento, Actitudes y Practicas sobre la prueba de Papanicolaou en usuarias de la consulta externa de Gineco Obstetricia del Hospital Aleman Nicaraguense en la ciudad de Managua durante el periodo comprendido de octubre a diciembre del 2015 [Internet]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2016 [consultado 2022 jun 01]. Disponible en: https://repositorio.unan.edu.ni/1456/1/38869.pdf
5. Solis J, Briones T. Prevalencia de lesión intraepitelial en citología cervical de tamizaje en unidad de primer nivel de atención. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2018 [consultado 2022 jun 30]; 56 (2): 167-72. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2018/im182j.pdf
6. Guía de Práctica Clínica GPC. Prevención y detección oportuna del Cáncer cérvico uterino en el primer nivel de atención: Evidencias y Recomendaciones. México: IMSS; 2011 [Consultado 2022 jul 16]. Disponible en: https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/146GER.pdf
7. Gutiérrez M, Juárez A. Desarrollo y validación de un instrumento en la determinación de barreras de acceso para pruebas de cribado de cáncer cervicouterino en México. RECIEN [Internet]. 2021 [consultado 2022 oct 15]; 21: 4-21. DOI: https://doi.org/10.14198/recien.2021.21.02

8. Pulido V, Burbano J, González J, Mojica A, Plazas D, Prieto M. Barreras para la prevención y detección temprana de cáncer de cuello uterino Investigación en Enfermería: Imagen y Desarrollo. Investig Enferm Imagen Desarr [Internet]. 2017 [consultado 2022 sept 18]; 19 (2): 129-43. DOI: http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ie19-2.bpdt
9. Alfaro D, Canales L, Domínguez G, Ruvalcaba J, Cortés S, Solano C, Torres Olga, Prado J, Reynoso J. Virus del Papiloma Humano: Conocimiento en alumnas de Secundaria en Pachuca, Hidalgo y su impacto en la prevención. JONNPR [Internet]. 2020 [consultado 2022 nov 02]; 5 (10): 1134-1144. DOI: 10.19230/jonnpr.3762
10. Torres C. Usos conceptuales del género y la vulnerabilidad en políticas públicas de atención al Virus del Papiloma Humano (VPH) y al Cáncer Cervicouterino (CaCu) en México. SAÚDE DEBATE [Internet]. 2022 [consultado 2022 nov 15]; 46 (133): 318-330. DOI: 10.1590/0103-1104202213305
11. World Health Organization. Accelerating cervical cancer elimination: report by the Director-General [internet]. WHO; 2018 [consultado 2022 agosto 20]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/handle/10665/327520
12. World Health Organization. Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem and its associated goals and targets for the period 2020-2030 [internet]. WHO; 2020 [consultado 2022 agosto 20]. Disponible en: https://www.paho.org/en/documents/global-strategy-accelerate-elimination-cervical-cancer-public-health-problem-and-its
13. Fontham E, Wolf A, Church T. Cervical Cancer Screening for Individuals at Average Risk: 2020 Guideline Update from the American Cancer Society. CA: A Cancer Journal for Clinicians [Internet]. 2020 [consultado 2022 agos 16]; 70 (5): 321-346. DOI: **https://doi.org/10.3322/caac.21628**
14. "Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer cérvico uterino". NOM-014-SSA2-1994. Diario Oficial de la Federación, 06 de marzo de 1998. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4868716&fecha=06/03/1998#gsc.tab=0
15. American Cancer Society. Causas, factores de riesgo y prevención [Internet]. EUA: ACS; 2020 [Consultado 2022 agos 15]. Disponible en: www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-cuello-uterino/referencias.html
16. Zamora Y, Córdova S. Cytological diagnosis of cervical adenocarcinoma and cytohistological agreement at General Hospital of Mexico ''Dr. Eduardo Liceaga''. Rev Med Hosp Gen Méx [Internet]. 2018 [consultado 2022 jul 27]; 81 (1): 1-6. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hgmx.2017.03.007
17. Zadeh S, Namdar A, Mehdi M. Assessment of Preventive Behavior for Cervical Cancer with the Health Belief Model. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention [Internet]. 2018 [consultado 2022 sep 15]; 19 (8): 2155-2163. DOI: 10.22034/APJCP.2018.19.8.2155
18. Rodríguez N. Las Representaciones del Papanicolaou: actitudes, creencias y emociones ante el examen de detección oportuna del Cáncer Cervicouterino (CaCu). Universidad Autónoma de Nuevo León [Internet]. 2007 [consultado 2022 jun 15]. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/20240/

conducted by using a formula for comparing two populations. Each group consisted of 50 adult patients diagnosed with chronic low back pain, assigned to UMF#7 in SJR either adherent or non-adherent to treatment. The FF-Sil questionnaire, measuring family functionality, and the ARMS-e questionnaire that measures treatment adherence, were administered. Statistical analysis and data calculations were performed using the SPSS V.23 statistical program. Results: 100 patients with chronic low back pain with an average age of 50 years old were studied, finding 65% non-functional. Conclusion: If there is an association between family functionality and adherence to treatment in patients with chronic low back pain, since the significance value of (p=.000)

Keywords: Family functionality, treatment adherence, chronic low back pain.

INTRODUCCION:

La lumbalgia es considerada un problema de Salud Pública, siendo la séptima causa de ausentismo laboral. La prevalencia alcanza cifras entre 7.6% y 37% con mayor presencia en los sujetos entre 45 y 60 años, afectado de forma indistinta a hombres y mujeres, siendo el 50% de las personas trabajadoras quien sufre un episodio de esta enfermedad se realizan estudios midiendo la adherencia en enfermedades crónicas reportando un 48.4% siendo adherentes, por lo que la adherencia al tratamiento favorece una recuperación óptima sin embargo la familia en el contexto de funcionalidad en enfermedades crónica juega un rol importante debido a una serie de comportamientos complejos en el paciente y adaptación del núcleo familiar. En relación esta problemática se lleva a cabo el presente estudio con el objetivo en determinar la asociación entre funcionalidad familiar y adherencia al tratamiento en pacientes con lumbalgia Crónica en Unidad de Medicina Familiar #7 en San Juan del Rio Querétaro

Metodología

Diseño de la investigación: Estudio transversal comparativo de asociación. Definición de la población: Adultos con diagnóstico de Lumbalgia Crónica, derechohabientes de la Unidad de Medicina Familiar No.7, IMSS, San Juan del Río, Querétaro.

Lugar de la investigación: Unidad de Medicina Familiar No.7, IMSS, San Juan del Río Querétaro.

Criterios de inclusión: Pacientes con lumbalgia crónica (mayor a 12 semanas). Pacientes que acepten participar en el estudio previa firma de consentimiento informado

Criterios de exclusión: Pacientes con lumbalgia crónica con tomografía o resonancia magnética que demuestren patología estructural.

Criterios de eliminación: Instrumentos llenados de manera incompleta

Tamaño de muestra. Alfa (Máximo error tipo I) α =0.050 1- $\alpha/2$ = Nivel de Confianza a dos colas 1-

α/2= 0.950, Z1-α/2 = Valor tipificado Z1-α/2 =1.960, Beta (Máximo error tipo II) β = 0.200 1- β = Poder estadístico, 1- β = 0.800, Z1- β = Valor tipificado Z1- β = 0.842, p1 = Prevalencia en el primer grupo, p1 =48.00%, p2 = Prevalencia en el segundo grupo p2 =21.00%, P p0.345, Tamaño de cada grupo n = 47.46

Técnica muestral: No aleatorio por conveniencia

Variables Sociodemográficas a través de instrumento de recolección: Edad, sexo, talla, peso, IMC, ocupación, escolaridad, estado civil, religión, comorbilidad, tratamiento no farmacológico

y farmacológico, tiempo que cursa con lumbalgia crónica (meses)

Análisis estadístico Se utilizo programa estadístico SPSS versión 23, promedios, porcentajes, e intervalos de confianza para promedios y porcentajes.

Resultados

Se estudiaron 100 pacientes con lumbalgia crónica, con un promedio edad 50 años ± 17.5, IMC 27.3 ± 4.2, tiempo que cursa con lumbalgia en meses 6 ±2.9, de acuerdo al estado civil predomina un 52% casados, escolaridad 36% tienen preparatoria, ocupación 57% son empleados, comorbilidades 55% padece alguna enfermedad crónico degenerativa predominando en un 46% Hipertensión Arterial Sistémica seguido de un 49% padecen Diabetes Mellitus Tipo I, tratamiento farmacológico el 100% cuenta con manejo establecido, el 88% AINES, el 58% hace uso de un tratamiento no farmacológico por ejemplo 28% realiza fomentos. De acuerdo con la funcionalidad familiar tenemos un 65% no es funcional encontrándose una significancia con una de (p= 0.006).

Con respecto a la asociación entre adherencia al tratamiento y lumbalgia crónica no se encontró una significancia ya que (p=0.564).

Sin embargo, la asociación de estas dos entidades con lumbalgia crónica se encontró una significancia de (p=.000).

Cuadro 1: Se describe la Adherencia al tratamiento en Pacientes con Lumbalgia Crónica (meses)

	Adherencia al tratamiento			
Lumbalgia Crónica	SI	NO	Total	Chi2
<6 meses	30%	31%	61%	P=.564
>7 meses	20%	19%	39%	

Cuadro 2: Se describe la asociación entre Funcionalidad Familiar y Adherencia al Tratamiento en Pacientes con Lumbalgia Crónica.

	Adherencia al tratamiento		n=100	
Funcionalidad Familiar	SI	No	Total	Chi2
Funcional	30%	5%	35%	
No Funcional	20%	45%	65%	P=.000

DISCUSIÓN.

La lumbalgia es un síntoma muy frecuente la cual ocupa la segunda causa de consulta en ortopedia, quinta de hospitalización y tercera de intervenciones quirúrgicas y afecta a 84% de las personas en algún momento de la vida. De las

cuales sólo 10% restante se vuelve crónica con una prevalencia de 15 a 36%. Siendo en México la séptima causa de ausentismo laboral y 13% de la población que acude a consulta por lumbalgia.
En el presente estudio, la lumbalgia en nuestra unidad tiene una frecuencia de 61% en un periodo de menos de 6 meses cuya edad promedio fue de 49 a 53 años, con una proporción de 52% masculino y 58% femenino, consistente con un estudio realizado en Ciudad de México (Soto-Padilla 2015).

El resultado en nuestra muestra estudiada en relación al IMC se encontró que predominan los pacientes con obesidad grado 1 con un IMC promedio de 28.21 con ($p<0,005$) variable que en diversos estudios se ha demostrado ser un factor predominante para lumbalgia, como lo encontrado por Gemma Victoria, Valencia Spain (2019) los cuales encontraron una población obesa con un OR 0.615 (IC 95% 0.379-0.998).

En relación al grado de funcionalidad familiar con lumbalgia crónica evaluada mediante el instrumento FFSIL se encontró que existe significancia con un ($p=0.006$). prevaleciendo la disfunción de familias hasta el 65% tal cual se observa en el estudio edo. México Ecatepec (Brenda Jasmín,2016), donde encontraron una disfuncionalidad hasta el 76%. Caso contrario al estudio realizado por O lamida O, Dankyaum (2022). Encontrando que el 92 por ciento con alta funcionalidad y 7.8 moderadamente disfuncionales sin embargo no hubo significancia ($p=0.475$).

En América Latina se evidencian estudios poco alentadores sobre adherencia terapéutica en enfermedades crónicas siendo un 40% en el tx medico farmacológico y del 60-90 % en tratamiento médico no farmacológico (Bertoldo p, 2016), lo cual corresponde con nuestro estudio donde no se encontró asociación entre adherencia al tratamiento y lumbalgia crónica ($p=0.564$), dejando ver que sigue siendo una barrera en la práctica médica para mejora de la calidad del paciente esto debido a diversos factores ya descritos por diversos autores como son factores socioeconómicos, gravedad de los síntomas, disponibilidad de tratamientos, recursos deficientes, creencias, etc. Punto clave que debe ser evaluado como médico familiar
Y canalizar a los servicios de psicología, trabajo social para investigar y mejorar la situación, así como realizar un nivel de intervención familiar para conocer la estructura y su funcionamiento tanto en el plano mental como afectivo llegando al nivel 4 de intervención según Doherty y Baird favoreciendo así la adherencia al tratamiento y por consiguiente mejorar control en pacientes con lumbalgia crónica.

Se encontró asociación en adherencia al tratamiento, funcionalidad familiar y lumbalgia crónica con una (p=.000). Sin embargo, no se pudo comparar dado que no han sido estudiados estas variables. Sin embargo, cabe resaltar que en América latina ha sido poco estudiado estás entidades.

Conclusiones

En esta investigación podemos observar la poca disponibilidad de estudios que valoren estas dos entidades en la lumbalgia crónica, que como pudimos apreciar son de gran relevancia para favorecer una mejora en el paciente crónico, ya que la falta de intervención, conocimiento de parte de los pacientes como de los médicos, son barreras importantes que entorpecen la mejora en la calidad de vida del paciente.

Así como se encontró que la obesidad sigue siendo un factor muy importante para la presencia de lumbalgia y exacerbación de la misma.

Por otra parte, encontramos que la funcionalidad familiar es significativa en la lumbalgia crónica, ya que la familia como bien se ha estudiado sigue siendo el pilar para el tratamiento y manejo farmacológico y no farmacológico en los pacientes con enfermedades crónicas, por lo que el médico familiar forma un papel importante.

En relación a la adherencia no se encontró significancia en la evolución de la lumbalgia crónica, si bien como se ha venido descrito por ser una entidad multifactorial que continúa siendo en México y Latino América una barrera importante para la evolución de la lumbalgia crónica, lo cual podría ser un parte aguas para seguir trabajando en este factor para encontrar alternativas o generar intervenciones que nos permitan incidir en esta variable y lograr una mejora en el paciente crónico.

Referencias bibliográficas

1: Guía de Práctica Clínica GPC. Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de Lumbalgia Aguda y Crónica en el primer nivel de atención: Evidencias y Recomendaciones. México: IMSS, 2009. Disponible en: https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/045GER.pdf.

2: Dr. Alfredo Covarrubias-Gómez. Lumbalgia: Un problema de salud pública; revista mexicana de anestesiología, [internet] 2010 [consultado 2022 julio 3]; vol.33 supl: S106-S109 Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2010/cmas101y.pdf.

3: Soto M, Espinosa-Mendoza RL. Frecuencia de lumbalgia y su tratamiento en un hospital privado de la ciudad de México. Acta Ort Mex [Internet]. 2015 [consultado 2022 oct 30]; 29(1):40-45. Disponible en: http://www.medigraphic.com/actaortopedica.

4: Dr. Brenda Morales-Vázquez. Funcionalidad familiar con lumbalgia crónica en la clínica regional Cuautitlán Izcalli, [internet] 2016 [consultado 2023 oct 07]; 1-89. Disponible en: file:///C:/Users/Angelica/Downloads/0757009.pdf

5: Victoria Espí-López. La obesidad con factor determinante en el dolor lumbar: revisión bibliográfica Universidad de Valencia, [internet] 2019 [consultado 2023 oct 07]; vol.28 (3);176-235. Disponible en: file:///C:/Users/Angelica/Downloads/1132-6255-medtra-28-03-217.pdf.

6: Marcia Ortega-Lima. Adherencia al tratamiento en enfermedades crónico; revista electrónica de portales médicos, [internet] 2020 [consultado 2022 julio 3]; vol. XV,19-973 Disponible en: https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/adherencia-al-tratamiento-en-enfermedades-cronicas.

7: Nava-Bringas TI, Roeniger-Desatnik A. Adherence to a stability exercise programme in patiens with chronic low back pain. Publisher by Masson Doyma México S.A. [Internet]. 2016 [consultado 2022 oct 28]; 84(5):384-91. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26769530.

8. 43. Kripalani S, Risser J. Development and Evaluation of the Adherence to refills and Medications scale (ARMS) among Low-literacy Patiens with chronic disease, value in health. [internet]. 2009 [consultado oct 25];12(1):118-23. DOI: 10.1111/j.1524-4733.2008. 00400.x

9: 44. Barriga E, Caballero C. The influence of cognitive factors in relation to the patients´treatment aherence for non-specific chronic low-back pain. Elsevier [internet]. 2022 [consultad oct 28];(29):271-278. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1360859221002436.

Estrategia molecular para identificar genes de resistencia a antibióticos

Amanda de la Caridad Lahera Champagne[1,2,3] David Gustavo García-Gutiérrez[1,4], Alma Delia Bertadillo-Jilote[1,2] Karla Isabel Lira de León[1,2], G. M. Nava-Morales[1,2,3*]

[1]Universidad Autónoma de Queretaro,[2]Grupo de Investigación Una Salud, [3]Laboratorio de Microbiología Molecular,[4]Unidad de Servicios Clínicos y de Diagnóstico Molecular
*gerardomnava@gmail.com

Resumen

El aumento de bacterias resistentes a antibióticos (BRA) es un problema prioritario reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Hasta la actualidad solo ~ 1% de las bacterias han podido ser cultivadas usando métodos cultivo-dependiente; dificultando la detección y cuantificación de BRA prevalentes en muestras ambientales. Además, hasta el momento no existe un procedimiento estandarizado para la identificación de BRA. Basado en esta premisa, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una estrategia molecular para identificar y cuantificar la prevalencia de genes de resistencia a antibióticos en sistemas de producción animal. Esta estrategia implementará métodos cultivo-independiente, basados en la PCR cuantitativa (qPCR). En el presente trabajo se presentan los resultados de las tres primeras etapas del proyecto. 1) Se establecieron criterios para la clasificación y selección de determinantes genéticas de resistencia a antibióticos (DGRA). 2) Se construyó una base de datos de genes y alelos que confieren resistencia a antibióticos, asociados a sistemas de producción animal. 3) Se diseñó y validó una colección de iniciadores de qPCR para el análisis de DGRA en muestras provenientes de sistemas de producción animal. Esta estrategia incluye el análisis de DGRA de importancia crítica y alta para animales y humanos, como son las quinolonas (*qnr*), macrólidos (*erm*), β-lactamasas (*blaCTX-M, blaSHV, blaTEM, blaOXA, blaCMY*), tetraciclinas (*tet*), sulfamidas (*sul*) y aminoglucósidos (*aadA*). El desarrollo e implementación de esta herramienta molecular será fundamental para cuantificar, de manera objetiva, la prevalencia de BRA en sistemas de producción animal.

Palabras claves: Bacterias resistentes a antibióticos (BRA), PCR cuantitativa (qPCR), Determinantes genéticas de resistencia a antibióticos (DGRA)

Summary

The increase in antibiotic-resistant bacteria (ARB) is a priority problem recognized by the World Health Organization. To date, ~1% of bacteria have been cultivated using culture-dependent methods, making detection and quantification of ARB in environmental samples a extremely difficult task. Also, there is a lack of consensus regarding the methodology to quantify ARB in environmental samples. Based on this premise, the objective of the present study was to develop a molecular strategy to identify and quantify the prevalence of antibiotic resistance genes in animal production systems. This strategy incorporates culture-independent methods based on quantitative PCR (qPCR). In the present work, results of the initial three phases are presented. 1) Criteria to classified and select antibiotic resistance genetic determinants (ARGD) were established. 2) An antibiotic resistance genes and allele database, associated to animal production, was constructed. 3) a collection of qPCR primers to estimate the relative abundance of ARGD in animal production samples were designed and validated. The strategy includes analyses of ARGD of critical and high importance for animals and humans, such as quinolones (*qnr*), macrolides (*erm*), β-lactamases (*blaCTX-M, blaSHV, blaTEM, blaOXA, blaCMY*), tetracyclines (*tet*), sulfonamides (*sul*), and aminoglycosides (*aadA*). The development and implementation of this strategy could be fundamental to quantify, in an objective manner, the prevalence and abundance of ARB in animal production systems.

Keywords: Antibiotic resistant bacteria (ARB), quantitative PCR (qPCR), Genetic determinants of antibiotic resistance (GDAR)

Introducción

El aumento de bacterias resistentes a antibióticos (BRA) se ha convertido en un problema global que afecta a seres humanos, animales y ambiente, reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una de las principales diez amenazas a la salud de los últimos tiempos. Las infecciones por BRA aumentan la morbilidad y mortalidad de humanos y animales (Dávalos-Almeyda et al., 2021), estimándose que para el año 2050, el número de muertes por BRA llegará ~ 10 millones anuales, superando el número de muertes causado por cáncer (Samreen et al., 2021). El aumento de BRA se ve relacionado, en gran medida, con el mal uso de antibióticos tanto en seres humanos, animales y plantas (Huber et al., 2021); es el caso de los sectores de producción animal, donde se utiliza más de la mitad de los antibióticos producidos a nivel mundial. Se prevé que para el 2030 la producción animal a nivel mundial utilizará más de 200 mil toneladas de antibióticos al año (JIACRA III, 2020).

Las infecciones por BRA también afectan la economía de los países; por ejemplo, se estima que este problema causará una disminución del producto interno bruto (PIB) entre el 2 % - 3.5 %, lo que causaría pérdidas de ~ 100 billones de dólares a nivel mundial (JIACRA III, 2020); por ejemplo, solamente en EE.UU. se invierten ~ 3 billones de dólares al año en tratamientos clínicos y hospitalarios para combatir infecciones por BRA (Samreen et al., 2021).

En los últimos años, la producción animal ha experimentado un aumento en la prevalencia de BRA, debido al uso intensivo de antibióticos en los sistemas de producción de carne, huevo y leche (Rahman et al., 2022). Por ejemplo, estudios en unidades de producción animal han revelado una alta prevalencia de E. coli (~ 90 %), Salmonella spp. (~ 85 %), Shigella (~ 65 %), Campylobacter spp. (~ 50 %) resistentes a antibióticos (Mak et al., 2022; Nhung et al., 2016; C. Xu et al., 2022). Una gran proporción de las bacterias recuperadas en las unidades de producción son resistentes a más de una familia de antibióticos, lo que aumenta el riesgo para la salud humana y animal, además de reducir las alternativas de tratamientos para el control de infecciones bacterianas (Gebeyehu, 2021). Es necesario el estudio de RAM desde el concepto de Una salud ya que más del 75% de las bacterias que infestan a los humanos son de origen animal. Bajo el concepto de Una Salud, la principal preocupación es la propagación de BRA, debido a que las determinantes genéticas que confieren resistencia a antibióticos se transfieren con relativa facilidad entre humanos, animales y ambiente (Laiglesia et al., 2022).

El análisis de la prevalencia, distribución y abundancia de BRA en diferentes entornos es fundamental para mantener la salud pública; sin embargo, estos estudios no se pueden realizar mediante métodos cultivo-dependientes (convencionales), ya que ~ 1 % de las bacterias se han logrado cultivar (Xu et al., 2022); por lo tanto, la prevalencia de BRA en muestras clínicas o ambientales continúa siendo desconocida hasta la fecha. Por esta causa, el empleo de métodos cultivo-independientes, basados en técnicas de biología molecular como la PCR cuantitativa (qPCR), serían la mejor alternativa para la detección de BRA (Tolosí et al., 2021). Estos métodos amplifican directamente el genoma bacteriano presente en las muestras de estudio, mediante la detección de determinantes genéticas que confieren resistencia a antibióticos (DGRA) (Mosé et al., 2021); de esta forma la presencia de bacterias viables no cultivables en las muestras no sería un impedimento para lograr tener datos de prevalencia, distribución y abundancia de DGRA.

Basado en esta premisa, este trabajo tiene como objetivo desarrollar una herramienta molecular cultivo-independiente, para determinar prevalencia y diversidad de genes de resistencia a antibióticos en poblaciones bacterianas en muestras clínicas y ambientales. Para llevar a cabo el objetivo principal se trazaron como objetivos específicos: 1) establecer criterios para la clasificación y selección de determinantes genéticas de resistencia a antibióticos (DGRA), 2) construir una base de datos de genes y alelos que confieren resistencia a antibióticos, y 3) diseñar iniciadores de qPCR para cuantificar, de manera efectiva y reproducible, la diversidad y

abundancia relativa de DGRA en entornos de producción animal.

Metodología

Selección de criterios para la clasificación de DGRA

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica para identificar los criterios de mayor importancia mediante los cuales se clasificarían y compararían las DGRA. Se consultaron datos de la OMS (World Health Organization, 2019) y OMSA (OIE, 2018) en cuanto la clasificación de antibióticos de acuerda a su importancia y bases de datos que registran genes de resistencia a antibióticos como NARMS (https://www.fda.gov/animal-veterinary/national-antimicrobial-resistance-monitoring-system/narms-now-integrated-data) y CARD (https://card.mcmaster.ca/).

Selección de DGRA

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva a través de servicios de búsqueda especializados como Pubmed y Scopus relacionada con estudios previos de detección de genes de resistencia antimicrobiana en muestras clínicas y ambientales en entornos de producción animal. Posteriormente, se realizó un análisis de las DGRA analizadas en los estudios y sus prevalencias.

Análisis de alelos de DGRA seleccionadas

Se extrajeron las secuencias de todos los alelos de cada familia de las DGRA seleccionadas en el análisis genómico comparativo de la base de datos de CARD. Con la utilización de la herramienta bioinformática MUSCLE se alinearon y analizaron las variantes de cada familia de DGRA y se obtuvo la matriz de identidad por familia.

Análisis de iniciadores de qPCR previamente publicados.

Mediante una búsqueda exhaustiva en la literatura se identificaron los pares de iniciadores de PCR reportados para la amplificación de las familias de DGRA seleccionadas. Posteriormente, se realizó un análisis bioinformático para determinar la cobertura y la especificidad de los diferentes iniciadores de qPCR utilizando la herramienta bioinformática MEGAX (Kumar et al., 2018) para alinear las secuencias de los alelos e identificar la secuencia de los iniciadores sentido y anti-sentido y las condiciones adecuadas para establecer el ensayo.

Diseño de nuevos iniciadores de qPCR

Debido al bajo porcentaje de cobertura con el que contaban los iniciadores de cadena reportados en la literatura para la amplificación de la familia entera de cada DGRA; se diseñaron iniciadores de qPCR utilizando la herramienta PrimerQuestTool disponible en Integrated DNA Technologies (IDT) (https://www.idtdna.com/calc/analyzer) con el objetivo de lograr una mayor cobertura para la amplificación de cada familia de DGRA. Las bases de cada iniciador que no coincidan fueron modificadas por ambigüedades utilizando el código de nucleótidos estandarizado por la IUPAC (PAC, 1995).

Resultados

Criterios para clasificación de DGRA

Se establecieron 8 criterios para la clasificación de DGRA.

Criterio 1: Análisis de la prevalencia de DGRA en muestras clínicas y ambientales.
Criterio 2: Análisis de la prevalencia de DGRA en muestras asociados a la producción animal.
Criterio 3: DGRA prevalentes en patógenos multirresistentes a antibióticos de importancia prioritaria declarados por la OMS y asociados a la producción animal (OMS, 2021).
Criterio 4: Clasificación de antibióticos por la OMS (críticamente importante, importancia elevada, importante) (World Health Organization, 2019).
Criterio 5: Clasificación de antibióticos por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2018).
Criterio 6: Inclusión en la lista del Sistema Nacional de Monitoreo de Resistencia Antimicrobiana

(NARMS) de genes relevantes que confieren resistencia a antibióticos (NARMS, 2023).
Criterio 7: Inclusión en la lista de la base de datos integral de resistencia a los antibióticos (CARD) de genes relevantes que confieren resistencia a antibióticos (CARD, 2023).
Criterio 8: Análisis de cocurrencia de DGRA en muestras asociados a la producción animal.

Construcción de base de datos y análisis de DGRA

Mediante el análisis de 70 publicaciones, se extrajeron 200 DGRA a las cuales se le realizo el análisis con la utilización de los 8 criterios anteriormente establecidos. El mayor porcentaje de resistencia fue a Betalactámicos conferido por la familia de genes *bla* (18 %), seguido de tetraciclinas por los genes *tet* (14.5 %) y aminoglucósidos (8 %) con genes de la familia *aadA* y *aac*. De las 200 DGRA analizadas el 58.5 % confieren resistencia a antibióticos de importancia crítica para humanos y el 27.5 % y 6 % confieren resistencia a antibióticos de importancia elevada e importancia crítica respectivamente. Mientras que, en relación a veterinaria, el 80.5 % confiere resistencia a antibióticos de importancia crítica en animales y el 6 % y 1 % confieren resistencia a antibióticos de importancia elevada e importantes respectivamente.

Se seleccionaron 5 familias de DGRA para el diseño de la estrategia molecular debido al resultado del análisis genómico comparativo (Tabla 1).

Análisis de alelos de DGRA

La familia de genes de resistencia a Betalactámicos (*bla*) fue la de mayor numero de variantes encontradas en la base de datos de CARD, seguido de la familia de genes de resistencia a quinolonas (*qnr*). En cuanto a diversidad la familia de genes *blaOXA*, de resistencia a Betalactámicos fue la de menor % ID entre sus variantes, seguido de la familia de genes de resistencia a tetraciclina (*tet*) y macrólidos (*erm*) Tabla 2).

Tabla 1. DGRA identificadas de mayor importancia en sistemas de producción animal.

Familia DGRA	Alelos seleccionados en el análisis genómico comparativo
tet	*tetM, tetO, tet(W), tetA, tetB, tetL, tet(Q)*
bla	*blaCTX-M2, blaCTX-M, blaCTX-M1, blaCTX-M15, blaCMY-2, blaTEM, blaSHV*
erm	*ermB, ermC*
sul	*sul1, sul2*
qnr	*qnrB, qnrS*

Tabla 2. Base de datos de DGRA y porcentaje de identidad entre ellos por familia de DGRA.

Familia DGRA	No. Alelos extraídos CARD	% ID
blaCTX-M	231	61.78 - 100
blaTEM	202	96.17 - 100
blaSHV	207	98.2 - 100
blaCMY	165	55.81 - 100
blaOXA	915	15.8 – 100
tet	60	23.34 - 100
qnr	97	46.54 - 100
erm	45	23.42 - 100
sul	4	48.18 - 100
aadA	25	44.03 - 100

La familia de genes *tet* confieren resistencia a tetraciclinas mediante 3 mecanismos distintos (Bombas Eflujo, Protección Ribosomal, Inactivación Enzimática), esta es la razón por lo que poseen un %

ID muy bajo. En este sentido en particular se realizó otro análisis de % ID con las variantes relacionadas con cada mecanismo de resistencia con el objetivo de diseñar los iniciadores de cadena de esta misma forma (Tabla 3.)

Tabla 3. Porcentaje de identidad entre genes que confieren resistencia a tetraciclinas asociados a mecanismos de resistencia.

Mecanismo de resistencia	% ID
Protección Ribosomal	46.85 - 100
Bombas Eflujo	54.63 - 100
Inactivación Enzimática	28.07 - 100

Cobertura de iniciadores de qPCR reportados en la literatura

Del total de las familias de DGRA seleccionadas, se han reportado en la literatura iniciadores universales para un 20 % (*blaTEM* y *blaSHV*), para el 30 % solo existen iniciadores por subgrupos (*blaCTX-M*, *blaOXA qnr*,) y para el 50 % solo se encuentran reportados iniciadores específicos para cada variante de la familia de DGRA (*blaCMY tet*, *erm*,*sul* y *aadA*).

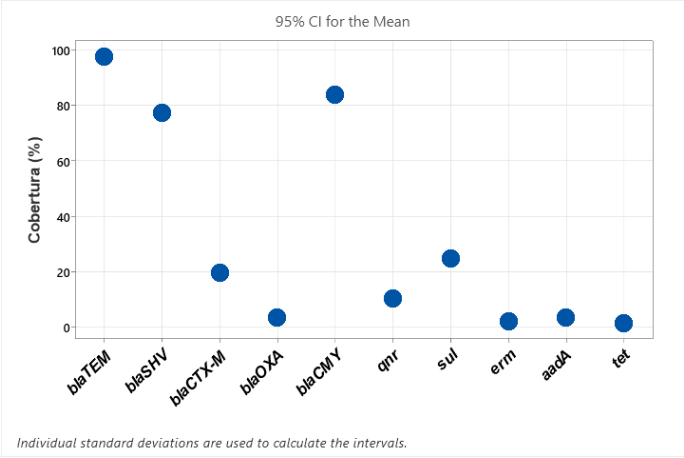


Figura 1. Cobertura de iniciadores de qPCR previamente publicados por familia de DGRA. La barra presenta la media y rango superior e inferior.

Diseño de iniciadores de qPCR

Con la utilización de la herramienta PrimerQuestTool disponible en Integrated DNA Technologies (IDT) (https://www.idtdna.com/calc/analyzer) se diseñaron iniciadores de qPCR con mayor cobertura para cada familia de DGRA (Figura 2). En el caso de las familias de DGRA donde su % ID era muy bajo se diseñaron iniciadores de PCR enfocados principalmente a los alelos obtenidos en el análisis genómico comparativo. La discriminación de alelos en el diseño de los primers se llevó a cabo mediante 4 criterios: i) porcentaje de similitud con respecto a las demás variantes, ii) datos de prevalencia repostados en la base de datos de CARD, iii) prevalencia de estas variantes en bacterias asociadas a producción animal y iv) análisis genómico comparativo previamente realizado.

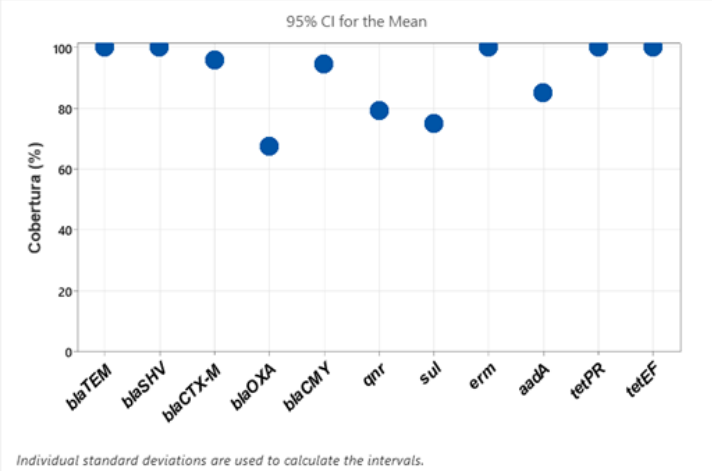


Figura 2. Cobertura de iniciadores de qPCR diseñados.

Conclusiones

El presente estudió permitió la elaboración criterios de clasificación de DGRA, los cuales contribuyeron a la selección de DGRA de mayor importancia en sistemas de producción animal. La mayor prevalencia se observó para genes que confieren resistencia a antibióticos de importancia crítica para humanos y animales. Además, se elaboró una base datos que cuenta con 10 familias de DGRA que comprenden 1,957 genes de resistencia. Esta base de datos será fundamental para validar herramientas

moleculares enfocadas a su detección. Finalmente, se diseñó uma colección de 11 primers capaces de identificar a las 11 familias de DGRA con porcentajes de cobertura que varían entre el 67 % y 100 %, en conjunto esta información establece un marco de referencia fundamental para identificar y cuantificar la prevalencia, abundancia y diversidad de genes de resistencia a antibióticos en sistemas de producción animal.

Referencias

Adi Wicaksono, W., Braun, M., Bernhardt, J., Riedel, K., Cernava, T., & Berg, G. (2022). Trade-off for survival: Microbiome response to chemical exposure combines activation of intrinsic resistances and adapted metabolic activity. Environment International, 168, 107474. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107474

Dávalos-Almeyda, M., Guerrero, A., Medina, G., Dávila-Barclay, A., Salvatierra, G., Calderón, M., Gilman, R. H., & Tsukayama, P. (2022). Antibiotic Use and Resistance Knowledge Assessment of Personnel on Chicken Farms with High Levels of Antimicrobial Resistance: A Cross-Sectional Survey in Ica, Peru. Antibiotics, 11(2), 190. https://doi.org/10.3390/antibiotics11020190

European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, & European Medicines Agency. (2021). Antimicrobial consumption and resistance in bacteria from humans and animals: Third joint inter-agency report on integrated analysis of antimicrobial agent consumption and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals in the EU/EEA : JIACRA III 2016–2018. Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2900/056892

Gebeyehu, D. T. (2021). Antibiotic Resistance Development in Animal Production: A Cross-Sectional Study. Veterinary Medicine: Research and Reports, Volume 12, 101–108. https://doi.org/10.2147/VMRR.S310169

Horie, M., Yang, D., Joosten, P., Munk, P., Wadepohl, K., Chauvin, C., Moyano, G., Skarżyńska, M., Dewulf, J., Aarestrup, F. M., Blaha, T., Sanders, P., Gonzalez-Zorn, B., Wasyl, D., Wagenaar, J. A., Heederik, D., Mevius, D., Schmitt, H., Smit, L. A. M., & Van Gompel, L. (2021). Risk Factors for Antimicrobial Resistance in Turkey Farms: A Cross-Sectional Study in Three European Countries. Antibiotics, 10(7), 820. https://doi.org/10.3390/antibiotics10070820

Huber, L., Agunos, A., Gow, S. P., Carson, C. A., & Van Boeckel, T. P. (2021). Reduction in Antimicrobial Use and Resistance to Salmonella , Campylobacter , and Escherichia coli in Broiler Chickens, Canada, 2013–2019. Emerging Infectious Diseases, 27(9), 2434–2444. https://doi.org/10.3201/eid2709.204395

Kim, D.-W., & Cha, C.-J. (2021). Antibiotic resistome from the One-Health perspective: Understanding and controlling antimicrobial resistance transmission. Experimental & Molecular Medicine, 53(3), 301–309. https://doi.org/10.1038/s12276-021-00569-z

Laconi, A., Mughini-Gras, L., Tolosi, R., Grilli, G., Trocino, A., Carraro, L., Di Cesare, F., Cagnardi, P., & Piccirillo, A. (2021). Microbial community composition and antimicrobial resistance in agricultural soils fertilized with livestock manure from conventional farming in Northern Italy. Science of The Total Environment, 760, 143404. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143404

Macedo, G., van Veelen, H. P. J., Hernandez-Leal, L., van der Maas, P., Heederik, D., Mevius, D., Bossers, A., & Schmitt, H. (2021). Targeted metagenomics reveals inferior resilience of farm soil resistome compared to soil microbiome after manure application. Science of The Total Environment, 770, 145399. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145399

Mak, P. H. W., Rehman, M. A., Kiarie, E. G., Topp, E., & Diarra, M. S. (2022). Production systems and important antimicrobial resistant-pathogenic bacteria in poultry: A review. Journal of Animal Science and Biotechnology, 13(1), 148. https://doi.org/10.1186/s40104-022-00786-0

Massé, J., Lardé, H., Fairbrother, J. M., Roy, J.-P., Francoz, D., Dufour, S., & Archambault, M. (2021). Prevalence of Antimicrobial Resistance and Characteristics of Escherichia coli Isolates From Fecal and Manure Pit Samples on Dairy Farms in the Province of Québec, Canada. Frontiers in Veterinary Science, 8, 654125. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.654125

Mazhar, S. H., Li, X., Rashid, A., Su, J., Xu, J., Brejnrod, A. D., Su, J.-Q., Wu, Y., Zhu, Y.-G., Zhou, S. G., Feng, R., & Rensing, C. (2021). Co-selection of antibiotic resistance genes, and mobile genetic elements in the presence of heavy metals in poultry farm environments. Science of The Total Environment, 755, 142702. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142702

Pokhrel, D., Thames, H. T., Zhang, L., Dinh, T. T. N., Schilling, W., White, S. B., Ramachandran, R., & Theradiyil Sukumaran, A. (2022). Roles of Aerotolerance, Biofilm Formation, and Viable but Non-Culturable State in the Survival of Campylobacter jejuni in Poultry Processing Environments. Microorganisms, 10(11), 2165. https://doi.org/10.3390/microorganisms10112165

Rahman, Md. M., Alam Tumpa, Mst. A., Zehravi, M., Sarker, Md. T., Yamin, Md., Islam, Md. R., Harun-Or-Rashid, Md., Ahmed, M., Ramproshad, S., Mondal, B., Dey, A., Damiri, F., Berrada, M., Rahman, Md. H., & Cavalu, S. (2022). An Overview of Antimicrobial Stewardship Optimization: The Use of Antibiotics in Humans and Animals to Prevent Resistance. Antibiotics, 11(5), 667. https://doi.org/10.3390/antibiotics11050667

Samreen, Ahmad, I., Malak, H. A., & Abulreesh, H. H. (2021). Environmental antimicrobial resistance and its drivers: A potential threat to public health. Journal of Global Antimicrobial Resistance, 27, 101–111. https://doi.org/10.1016/j.jgar.2021.08.001

Teng, K. T., Aerts, M., Jaspers, S., Ugarte-Ruiz, M., Moreno, M. A., Saez, J. L., Collado, S., de Frutos, C., Dominguez, L., & Alvarez, J. (2022). Patterns of antimicrobial resistance in Salmonella isolates from fattening pigs in Spain. BMC Veterinary Research, 18(1), 333. https://doi.org/10.1186/s12917-022-03377-3

Tolosi, R., Carraro, L., Laconi, A., & Piccirillo, A. (2021). Optimization of five qPCR protocols toward the detection and the quantification of antimicrobial resistance genes in environmental samples. MethodsX, 8, 101488. https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101488

Xu, C., Kong, L., Liao, Y., Tian, Y., Wu, Q., Liu, H., & Wang, X. (2022). Mini-Review: Antibiotic-Resistant Escherichia coli from Farm Animal-Associated Sources. Antibiotics, 11(11), 1535. https://doi.org/10.3390/antibiotics11111535

Xu, Z., Deng, Y., Zhao, X., Hanh, N. T. T., & Waisundara, V. Y. (2021). Editorial: Emerging Frontiers in the Formation of Viable but Non-culturable Microorganisms and Biofilms During Food Processing. Frontiers in Microbiology, 12, 726348. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.726348

Zhu, T., Chen, T., Cao, Z., Zhong, S., Wen, X., Mi, J., Ma, B., Zou, Y., Zhang, N., Liao, X., Wang, Y., & Wu, Y. (2021). Antibiotic resistance genes in layer farms and their correlation with environmental samples. Poultry Science, 100(12), 101485. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101485

Desarrollo de un sistema automicroemulsificable a partir de un extracto etanólico de raíz de *Heliopsis longipes*.

Dailenys Marrero-Morfa [1], César Ibarra-Alvarado [2], Francisco J. Luna-Vázquez [2], Miriam Estévez [3], Carlos T. Quirino-Barreda[4] y Alejandra Rojas-Molina [2].

[1] Posgrado en Ciencias Químico Biológicas, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas S/N, Querétaro 76010, México; dailenys94@gmail.com.

[2] Laboratorio de Investigación Química y Farmacológica de Productos Naturales, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Querétaro 76010, México; rojasa@uaq.mx, fjlunavz@yahoo.com.mx, cibarra@uaq.mx.

[3] Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Blvd. Juriquilla 3000, Querétaro 76230, México. miries@fata.unam.mx.

[4] División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Sistemas Biológicos, Unidad Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, México. cquirino@correo.xoc.uam.mx.

Resumen

Los sistemas de administración de fármacos automicroemulsificables o autonanoemulsificables (SMEDDS/SNEDDS) mejoran la disolución y aumentan la biodisponibilidad oral de fármacos hidrofóbicos, incluidos los extractos de plantas. Los extractos orgánicos de raíz de *Heliopsis longipes* y la afinina, su componente principal, inducen un efecto vasodilatador; sin embargo, son poco solubles en agua y, por lo tanto, son difíciles de administrar y dosificar por vía oral. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar, a través de diagramas de fases pseudoternarios, un sistema automicroemulsificable preparado a partir de un extracto etanólico de raíz de *H. longipes* (HL-SMEDDS). Además, se caracterizó la formulación a base de lípidos optimizada y se determinó su disolución gastrointestinal simulada en un ensayo *in vitro*. La formulación compuesta por Transcutol: 55% (solubilizante), Tween80/PG: 10% (surfactante/cosolvente), Labrasol: 35% (surfactante) y el extracto fue seleccionada como óptima e identificada como SMEDDS, ya que al entrar en contacto con el agua, forma una microemulsión con tamaños de gotas inferiores a 100 nm. Las pruebas de estabilidad mostraron que HL-SMEDDS se mantuvo estable a lo largo del tiempo en condiciones extremas. Además, la cantidad de afinina liberada por HL-SMEDDS a pH 1 y 6.8 fue mayor que la del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*. Estos resultados indican que HL-SMEDDS es una alternativa novedosa para mejorar la solubilidad acuosa y por tanto, la biodisponibilidad oral del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*.

Palabras clave: Sistemas de administración de fármacos automicroemulsificable (SMEDDS); *Heliopsis longipes*; afinina; espilantol; plantas medicinales.

Abstract

Self-microemulsifying or self-nanoemulsifying drug delivery systems (SMEDDS/SNEDDS) are well known to improve the dissolution and increase the oral bioavailability of hydrophobic drugs, including herbal extracts. Organic extracts of *Heliopsis longipes* root and affinin, its main component, induce a vasodilator effect; however, they are poorly water soluble and therefore are difficult to administer and dose by the oral route. This research aimed to develop, through pseudo-ternary phase diagrams, a self-microemulsifying system prepared from an ethanolic extract of *H. longipes* root (HL-SMDS). In addition, the optimized lipid-based formulation was characterized and its *in vitro* gastrointestinal simulated dissolution was determined. The formulation composed of Transcutol: 55%

(solubilizer), Tween80/PG: 10% (surfactant/co-solvent), Labrasol: 35% (surfactant), and the herbal extract was selected as optimal and identified as a SMEDDS, since when coming into contact with water it forms a micro-emulsion with droplet sizes less than 100 nm. The stability tests showed that HL-SMEDDS remained stable over time under extreme conditions. Furthermore, the amount of affinin released from HL-SMEDDS at pH 1 and 6.8 was higher than that of the ethanolic extract from *H. longipes* root. These results indicate that HL-SMEDDS is a novel alternative to improve the aqueous solubility and therefore, the oral bioavailability of the ethanolic extract of *H. longipes* root.

Keywords: Self-microemulsifying drug delivery systems (SMEDDS); *Heliopsis longipes*; affinin; spilanthol; herbal medicines.

Introducción

México ocupa un lugar esencial en el mundo en cuanto a diversidad biológica, lo cual se refleja en la multiplicidad de plantas de uso medicinal (Falcón-Brindis, et al., 2021). *Heliopsis longipes* es una especie botánica endémica de México que se emplea en la medicina tradicional mexicana para aliviar el dolor de muelas. Este efecto farmacológico se atribuye a las alcamidas presentes en las raíces de esta especie vegetal, principalmente a la afinina, también conocida como espilantol. Tanto los extractos preparados a partir de la raíz de *H. longipes*, como la afinina en su estado puro, han mostrado diferentes actividades biológicas y farmacológicas (Althaus, et al., 2017; Barbosa et al., 2016; Rosa-Lugo, et al., 2017). Recientemente, nuestro grupo de trabajo demostró que el extracto de diclorometano de la raíz de *H. longipes* y la afinina inducen un efecto vasodilatador, dependiente de la concentración (Castro-Ruiz et al., 2017). De tal manera que, se consideró factible que las raíces de esta planta pudieran ser empleadas para el desarrollo de un medicamento herbolario útil para el tratamiento de la hipertensión arterial.

Para el desarrollo de un medicamento herbolario es necesario identificar los compuestos relacionados con la actividad biológica, alguno de los cuales puede seleccionarse como marcador químico bioactivo; el cual es empleado para el desarrollo del método analítico que será utilizado para las pruebas de control de calidad de los productos que se elaboren a partir del extracto vegetal (Doungsaard, et al., 2023; Yaolei Li, et al., 2022). Sin embargo, muchos de los compuestos o extractos obtenidos de plantas medicinales tienen baja solubilidad en agua, lo que dificulta su posterior formulación en formas farmacéuticas que permitan su administración, dosificación y biodisponibilidad (Chairuk et al. 2020).

La biodisponibilidad oral de un fármaco depende de su solubilidad y velocidad de disolución en el tubo gastrointestinal (GI). Para mejorar la solubilidad y la velocidad de disolución de medicamentos poco solubles en agua se han propuesto nuevas estrategias de formulación como lo son los SMEDDS, mezclas isotrópicas de aceite, agentes tensoactivos, agentes cotensoactivos y el principio activo o fármaco (en el caso de los extractos naturales, el aceite puede ser el propio extracto), las cuales pueden formar microemulsiones finas de aceite en agua al entrar en contacto con los fluidos gastrointestinales. Las gotas de microemulsión dispersas en el tracto gastrointestinal proporcionan una gran superficie y promueven la liberación rápida del fármaco, lo que es beneficioso para mejorar la absorción y la biodisponibilidad de éste (Wang, et al., 2020; Zhu, et al., 2021).

Considerando que los extractos orgánicos obtenidos de *H. longipes* son lipofílicos, era necesario encontrar formulaciones adecuadas que permitieran su administración en modelos animales o humanos para su posterior desarrollo como un medicamento herbolario. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar, a través de diagramas de fases pseudoternarios, un sistema automicroemulsficable preparado a partir de un extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*. Se

caracterizó la formulación optimizada a base de lípidos y se evaluó su disolución simulada en el sistema gastrointestinal.

Metodología

Secado y molienda de la raíz de H. longipes

Las raíces frescas de *H. longipes* se secaron al aire, en un cuarto obscuro con buena ventilación. Una vez secas, las raíces se molieron en un molino de cuchillas (Thomas Wiley 4 Lab Mill, Thomas Scientific, USA) hasta obtener un tamaño de partícula de 0.5 mm. 7.5

Preparación del extracto etanólico de la raíz de H. longipes

Para la preparación del extracto se tomaron 100 g del material vegetal seco y molido y se sometieron a un proceso de extracción por maceración durante una semana. Se utilizó etanol absoluto en una proporción 1:10 (material vegetal molido:disolvente). El procedimiento se realizó por triplicado empleando nuevo disolvente. Posteriormente, se filtró y el disolvente se removió con un rotoevaporador (Heidolph VV 2000, Germany).

Validación del método analítico para la detección y cuantificación de afinina en el extracto

La validación del método analítico utilizado para cuantificar afinina en el extracto, así como determinar la capacidad de carga, liberación y estabilidad de la afinina contenida en el sistema autoemulsificable, se llevó a cabo con base en los criterios establecidos por la Guía de Validación de Métodos Analíticos editada por el Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos de México, A. C (CNQFB, 2012).

Cuantificación de afinina en el extracto etanólico de la raíz de H. longipes

La cuantificación de la afinina se llevó a cabo en un HPLC Waters® 600E, con detector de arreglo de diodos (Waters® 2998), con una columna ZORBAX® ECLIPSE XDB-C8 (4.5 x 150 mm, tamaño de partícula de 5 µm y tamaño de poro de 120 Å); se empleó un sistema isocrático, con una fase móvil de acetonitrilo:ácido acético al 1% en agua, en proporción 1:1, con un flujo de 1 mL/min. El volumen de inyección fue de 20 µL y el tiempo del análisis de 9 minutos. Para la determinación del contenido de afinina se obtuvo una curva de calibración utilizando un estándar de afinina en un intervalo de 15 a 90 µg/mL (15, 30, 45, 60 y 90 µg/mL). Para la preparación de la muestra se tomaron 2 mg del extracto etanólico, se solubilizaron en 1 mL de etanol absoluto grado HPLC, se sonicó durante 15 minutos y se filtró a través de membranas de nylon de tamaño de poro 0.45 µm. Posteriormente se tomó una alícuota de 100 µL y se completó a 1 mL con fase móvil. La muestra se inyectó por triplicado.

Caracterización del extracto etanólico de la raíz de H. longipes

Propiedades organolépticas

Se describieron las propiedades organolépticas como color, olor y sabor del extracto etanólico obtenido de la raíz de *H. longipes*.

Determinación espectrofotométrica del color

Los indicadores espectrofotométricos de color del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* se determinaron como criterio de control de calidad utilizando un espectrofotómetro portátil (Konica Minolta® CM-600d, Japón), iluminante D65, ángulo de visión de 10°, y se utilizó el espacio de color CIE L*a*b*. Las muestras se analizaron por triplicado y se calculó el error estándar de la media (SEM, por sus siglas en inglés).

Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico se enviaron 5 g del extracto etanólico obtenido de la raíz de *H. longipes* a la Unidad de Servicios Clínicos y Diagnóstico Molecular de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se realizaron las pruebas consideradas en la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos (FHEUM 3.0):

bacterias aerobias mesófilas, hongos, levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Los resultados se analizaron de acuerdo a los límites establecidos en la farmacopea mexicana para material vegetal o productos que contengan extractos con o sin aditivos y materiales para uso interno (FHEUM, 2022).

Índice de refracción

El índice de refracción (IR) del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* se determinó disolviendo 400 mg de extracto en 1 mL de etanol absoluto y posteriormente se midió con un refractómetro digital (HI96801, instrumentos HANNA®) a 25°C; la muestra se midió por triplicado y se calculó el SEM.

Determinación de la solubilidad en agua a 25 y 37 °C

Para realizar esta prueba se tomaron 50 mg del extracto y se agregaron 100 mL de agua destilada en un recipiente con tapa. Los recipientes se mantuvieron con agitación y temperatura controlada durante 24 h. A continuación, se tomó 1 ml de la muestra y se filtró para medir la concentración de la afinina mediante HPLC; después de 48 h se repitió el procedimiento. Este ensayo se realizó por triplicado para cada temperatura de análisis (OECD, 1995).

Obtención de un sistema microemulsificable lipídico óptimo utilizando diagramas de fase pseudoternarios

Se realizaron análisis de solubilidad acuosa y en diferentes excipientes, del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*. Se propusieron cuatro sistemas diferentes compuestos por tres excipientes (Tabla 1) (Morales Florido, 2018).

Tabla 1. Propuestas de sistemas lipídicos.

Sistema	Excipiente 1	Excipiente 2	Excipiente 3
A	Transcutol® HP	Labrasol®	Labrafil®
B	Transcutol® HP	Tween® 80	Labrafil®
C	Transcutol® HP	Propilenglicol(PG)	Tween® 80
D	Transcutol® HP	Tween® 80/PG (1:1)	Labrasol®

Posteriormente, se prepararon diez formulaciones para cada sistema (Tabla 2) para construir diagramas de fase pseudoternarios. Se evaluó la capacidad de cada sistema para disolver el extracto observando la ausencia de sedimento, turbidez u opalescencia.

Tabla 2. Composición de los sistemas lipídicos A, B, C y D.

Formulación	Excipiente 2	Excipiente 3	Excipiente 4
1	0.80	0.10	0.10
2	0.65	0.25	0.10
3	0.65	0.10	0.25
4	0.50	0.35	0.15
5	0.50	0.25	0.25
6	0.50	0.15	0.35
7	0.25	0.50	0.25
8	0.25	0.25	0.50
9	0.10	0.80	0.10
10	0.10	0.10	0.80

A continuación, se añadió agua a cada una de las formulaciones propuestas y se observaron visualmente los sistemas resultantes. La presencia de un líquido transparente como resultado del mezclado, era indicativo de una microemulsión.

Selección del sistema autoemulsificable óptimo

Para la obtención del sistema autoemulsificable óptimo que contuviera el extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* (HL-SMEDDS), se realizó un diseño simplex reticular aumentado, utilizando el sistema que cumplió con las propiedades físicas óptimas en cuanto a apariencia, tamaño de partícula y capacidad solubilizante del extracto.

Caracterización del sistema microemulsificable lipídico óptimo

Propiedades organolépticas

Se describieron las propiedades organolépticas de la formulación desarrollada, como color, olor y sabor; cambios en estas propiedades pueden indicar inestabilidad. La determinación de color se realizó siguiendo la metodología antes descrita.

Determinación del tamaño de partícula y el índice de polidispersidad

El tamaño medio de la gota y el correspondiente índice de polidispersidad (IPD) se determinaron a 25 ° C mediante dispersión dinámica de la luz usando un Litesizer® 500 (Anton Paar® Instruments, México). Las muestras se analizaron por triplicado, los datos se reportaron usando el software DTS® (nano) y los resultados se reportaron como la media y SEM de al menos diez mediciones en cada muestra.

Determinación del potencial zeta

Para la medición del potencial Z a 25 ºC se utilizó un Zetameter Zetaprobe® 300 (Malvern® Panalytical, Ltd., México). Las muestras se analizaron por triplicado. Los resultados se expresaron como media y SEM de al menos diez mediciones de la muestra.

Determinación de la morfología

La morfología se observó utilizando un Microscopio Electrónico de Barrido (Hitachi®, modelo SU8230, emisión de campo de cátodo frío), con modo STEM y voltaje de aceleración de 30 kV y W.D 8 mm. La muestra se preparó en una rejilla de cobre para TEM. Se diluyó el sistema (50 µL, 7 mg/mL) en agua (dilución 1:20) y se colocó una gota de muestra en la rejilla de cobre.

Determinación de la transmitancia

La transmitancia se determinó utilizando un espectrofotómetro UV/VIS (Modelo: VE-5100UV, Empresa Científica Vela Quin S.A. de C.V.), las mediciones se realizaron por triplicado a 650 nm y se calculó el SEM.

Determinación del índice de refracción

El índice de refracción se determinó usando un refractómetro digital (HANNA® HI96801, Instruments) a 25°C. La muestra se midió por triplicado y se calculó el SEM.

Determinación del pH

El pH se determinó utilizando un medidor de pH (Navi® pH meter F-51, HORIBA®, Ltd., Kyoto, Japón). El electrodo del medidor de pH se sumergió en la muestra y se registró el pH después de alcanzar el equilibrio. Las muestras se analizaron por triplicado y se calculó el SEM.

Estabilidad física y química a diferentes pHs

Para determinar la estabilidad física del HL-SMEDDS se prepararon dos medios que simularían el paso de este por el Tracto Gastrointestinal (TGI). Para ello se obtuvo una solución de HCl 0.1 N, partiendo de 8.5 mL de ácido clorhídrico fumante al 37 % y se completó el volumen a 1 L con agua desionizada, por último, se ajustó el pH a 1. Para la obtención del medio intestinal simulado se disolvieron 6.8 g de fosfato monobásico de potasio en 250 mL de agua desionizada, luego se le añadieron 77 mL de hidróxido de sodio 0.2 N y se completó el volumen con agua desionizada hasta 1 L. Posteriormente se ajustó el pH a 6.8 con hidróxido de sodio.

Para realizar el ensayo se tomaron 3 mL del HL-SMEDDS y se vertieron en 30 mL de la solución, se agitaron a 200 rpm, manteniendo una temperatura de 25 ºC constante. Las muestras se tomaron a los tiempos 0, 0.5, 1, 2, y 4 horas, se filtraron y se cuantificó el contenido de afinina por HPLC. Paralelamente se midió el tamaño de partículas en cada uno de los tiempos usando un Litesizer 500® (Anton Paar Instruments, Austria) (Morales Florido, 2018).

Estudios de estabilidad acelerada del HL-SMEDDS

Al considerarse el extracto estandarizado un símil de un fármaco para registro sanitario nuevo, para este ensayo se seleccionaron las condiciones establecidas en la NOM-073-SSA1-2015 (vigente) Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como de remedios herbolarios, para un fármaco nuevo (NOM-073-SSA1, 2015). El estudio se desarrolló por 6 meses a una temperatura de 40 °C ± 2 °C / 75 % ± 5 %

humedad relativa (HR). Las mediciones se realizaron a los 0, 3 y 6 meses. Los parámetros que se evaluaron fueron: Color, olor, pH, pérdida de peso, identidad inicial y final (NOM-073-SSA1, 2015).

Evaluación de la cinética de liberación

Para este estudio se tomaron 3 mL del HL-SMEDDS y 3 mL de extracto etanólico solubilizado en carboximetilcelulosa al 1% y se vertieron dentro de bolsas hechas con membrana de diálisis de celulosa SpectraPor® de 12 a 14 kDa, las cuales fueron selladas por ambos lados y amarradas al vástago de un disolutor (Hanson Research® SR8 Plus, Dissolution test station), el cual se mantuvo a 37 ºC, con una agitación de 50 rpm (Morales Florido, 2018). A los vasos del disolutor se les añadieron 500 mL de medio ácido o intestinal simulado, luego de montado el sistema se tomaron muestras de 3 mL sin reposición de medio a los tiempos 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 1, 2, 3, 4 y 8 horas, las cuales fueron cuantificadas por HPLC, con el método establecido anteriormente para la cuantificación de afinina.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se expresaron como valores medios ± SEM de n = 6 experimentos. Los datos fueron analizados mediante una prueba de ANOVA de una vía para comparar los tratamientos y las diferencias entre los grupos fueron evaluadas mediante la prueba de Tukey. Las diferencias entre las medias se consideraron significativas cuando $p < 0.05$. El análisis de los datos y las curvas dosis-respuesta se realizaron con el programa GraphPrism® 9.0.

Resultados y Discusión

Validación del método analítico

Los resultados de la validación del sistema y del método analítico indicaron que, tanto el sistema analítico como el método de cuantificación de afinina, cumplieron los criterios establecidos en la Guía de Validación de Métodos Analíticos (CNQFB, 2012). (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros evaluados para la validación del método analítico por HPLC utilizado en la cuantificación de afinina.

Parámetro	Resultados	Criterios de aceptación*
Precisión del sistema	CV = 1.2 %	CV ≤1.5 %
Adecuabilidad del sistema	CV = 0.8 %; K = 4.5; R = 3.2; T = 0.9; N = 6529	CV ≤ 2 %, K'>2; R>2; T<2; N>2000 (cada inyección)
Linealidad del sistema	r^2 = 0.99 IC(β_1) = 128382-141873	$r^2 \geq 0.98$, IC(β_1), no debe incluir el cero
Exactitud y repetibilidad del método	CV = 1.3 % IC(μ) = 99.7-103.6 % Promedio de recobro = 101.7 %	CV del porcentaje de recobro < 2 % IC(μ) debe incluir el 100% o que el promedio aritmético del % de recobro se incluya en el intervalo: 98-102 %
Linealidad del método	r^2 = 0.99, IC(β_1) = 0.7-1.2 % IC(β_0) = -5.7-10.9 %, $CV_{y/x}$ = 1.4 %	$r^2 > 0.98$, IC(β_1) debe incluir la unidad, IC(β_0) debe incluir el cero, $CV_{y/x}$ del porcentaje de recobro < 2 %
Precisión intermedia del método	CV = 1.2 %	CV ≤ 2 %
Límites de detección y cuantificación	LD= 1.8, LC= 5.3 IC(β_1) = 177366-91883, r^2 = 0.99	$r^2 > 0.98$ IC(β_1) no debe incluir la unidad

* CNQFB, 2012

La validación del método analítico es un elemento fundamental en los sistemas de calidad ya que proporciona evidencia de que los laboratorios de ensayo cumplen con los requisitos para una determinada determinación analítica, lo que garantiza la calidad, confiabilidad, reproducibilidad y seguridad de los resultados (Raposo y Ibelli-Bianco, 2020).

Cuantificación de afinina

El método previamente validado se utilizó para la cuantificación de afinina en el extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*. Se obtuvo una curva de calibración utilizando 6 concentraciones del estándar de afinina, con $r^2 > 0.98$. Un extracto cuantificado en base a un marcador químico es necesario para el desarrollo de un medicamento herbolario ya que permite expresar la cantidad de principio activo responsable del efecto terapéutico. El lote de extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* utilizado en este estudio tenía un contenido de afinina promedio de 342 ± 0.3 µg/mg de extracto. Cabe mencionar que este resultado puede variar dependiendo del material vegetal utilizado para la obtención del extracto, debido a diversos factores, como la época y zona de cosecha, así como el estado de crecimiento y madurez de la planta (Mahajan, et al., 2020).

Caracterización del extracto etanólico cuantificado

El extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* exhibió un índice de refracción de 1.409 ± 0.002 y un olor aromático. El color del extracto, evaluado mediante el espacio de color CIE L*a*b, tuvo valores de L* = 25.31 (baja luminosidad), Hue h° = 37.06° (área de color rojo anaranjado) y croma C* = 4.20 (baja intensidad o saturación). Además, su consistencia era viscosa, su sabor intenso y desagradable, y producía una sensación de hormigueo que duraba varios minutos.

En cuanto a la prueba de miscibilidad, encontramos que el sistema alcanzó el equilibrio a las 48 horas, ya que la concentración de afinina no varió más del 15 %, en ninguna de las dos temperaturas de prueba, de acuerdo a lo establecido en la guía de la OECD (OECD, 1995). Se solubilizaron en agua aproximadamente 80 µg de afinina/mg de extracto, lo que representa un 23 % de afinina disuelta, considerando los resultados obtenidos al cuantificar este compuesto en el extracto (342 µg de afinina/mg de extracto). La baja solubilidad acuosa de la afinina, nuestro marcador químico, evidenció la necesidad de aplicar nuevas técnicas de solubilización.

Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*, mostraron que los valores obtenidos estuvieron dentro de los límites establecidos en el FHEUM 3.0 para material vegetal o productos que contengan extractos con o sin aditivos y materiales para uso interno.

Obtención del sistema automicroemulsificable

En los cuatro sistemas (A, B, C, D) los excipientes se mezclaron perfectamente en todas las formulaciones y no se observó turbidez. Sin embargo, al agregar agua, A y B formaron emulsiones de color blanco lechoso. Por lo que se continuó trabajando con C y D, que presentaban características de microemulsiones (soluciones transparentes). Esta posibilidad se confirmó al medir el tamaño de sus gotas, que estaba entre 50 y 200 nm.

Durante el desarrollo de nuevas formulaciones para administración oral, una de las principales limitaciones de las formas líquidas es la viscosidad, debido a la dificultad cuando pasan a través de la cánula intragástrica. El sistema C poseía una alta viscosidad, debido a su proporción de Tween® 80, por lo que decidimos seguir trabajando con el sistema D, que era una microemulsión de baja viscosidad. La optimización de este sistema se realizó mediante un diseño simplex reticular aumentado, seleccionando 10 nuevas formulaciones cuyo tamaño de gota, en ausencia de extracto, estuvo entre 50 y 200 nm, corroborando así que el sistema D daba lugar a una microemulsión al mezclarse con agua.

Posteriormente, a cada una de las 10 formulaciones se les adicionó 30 mg del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* cuantificado, considerando que en estudios previos nuestro grupo de investigación observó que esta cantidad del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*, contiene la cantidad de marcador químico que permite obtener una dosis de 150 mg de afinina/kg de peso corporal en ratas. Es importante mencionar que esta dosis de afinina provoca efectos farmacológicos significativos cuando se administra por vía intragástrica. El tamaño de partícula se

determinó mediante la adición de 700 µL de agua, simulando el volumen de lo que sucedería en el estómago de la rata, considerando que los fluidos gastrointestinales son acuosos, obteniéndose valores de tamaño de gota por debajo de 100 nm.

Se seleccionó como óptima la formulación compuesta por Transcutol®: 55%, Tween®80/PG: 10%, Labrasol®: 35% y 30 mg de extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* (HL-SMEDDS); habiéndose considerado como criterios fundamentales: su baja viscosidad, la solubilidad (no saturación) del extracto en el sistema y su tamaño promedio de gota menor a 100 nm (82 ± 0.88 nm). Lo cual está asociado a la factibilidad de su administración por sonda gastroesofágica, su menor potencial de precipitación en medio ácido y el reducido tamaño de gota que favorece una mayor biodisponibilidad.

Caracterización de HL-SMEDDS

En cuanto a las propiedades organolépticas, el HL-SMEDDS retuvo el sabor original del extracto y la sensación bucal de hormigueo con un ligero sabor adicional a aceite. Su olor fue una mezcla del característico del extracto y de los excipientes. El color, evaluado mediante el espacio de color CIE L*a*b, tuvo valores de L* = 34.66 (baja luminosidad), Hue h° = 65° (área de color amarillo-rojo) y un croma C* = 19.11 (baja intensidad o saturación).

El tamaño de gota del HL-SMEDDS fue de 82 ± 0.88 nm con un valor bajo de PDI de 0.25 ± 0.57 y un potencial Zeta de -1.27 ± 0.018. Estos valores están en el intervalo descrito para los SMEDDS (Feeney, et al., 2016; Wang, et al., 2020). En cuanto a la morfología, la observación por STEM del HL-SMEDDS (Figura 1) muestra la presencia de gotas esféricas sin agregación.

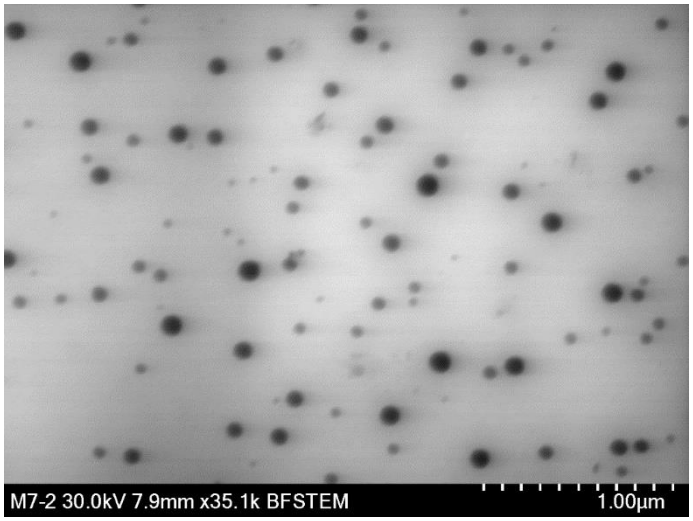


Figura 1. Imagen STEM del HL-SMEDDS, después de diluir 20 veces con agua destilada (dilución 1:20)

El índice de refracción del HL-SMEDDS fue de 1.441 ± 0.0002, y al agregar agua (700 µL) para formar la microemulsión, el índice de refracción fue de 1.403 ± 0.002. El pH del HL-SMEDDS fue de 6.9 ± 0.02 y su transmitancia fue de 80 ± 0.25 %. Todos estos parámetros y sus valores resultan útiles como referencia para establecer especificaciones de calidad para la obtención sistematizada de futuros lotes del HL-SMEDDS.

Estabilidad a diferentes valores de pH

Para llevar a cabo las determinaciones de estabilidad, el HL-SMEDDS se diluyó en fluidos que simulaban el transito gástrico (solución de HCl de pH 1) e intestinales (solución de NaOH de pH 6.8) y se tomaron muestras de su mezcla en ambas soluciones en diferentes momentos. Como se muestra en la Figura 2A, el pH no tuvo un efecto significativo sobre la concentración de afinina (principio activo y marcador químico) a lo largo del tiempo, lo que demuestra la estabilidad química de este compuesto a las dos condiciones de pH.

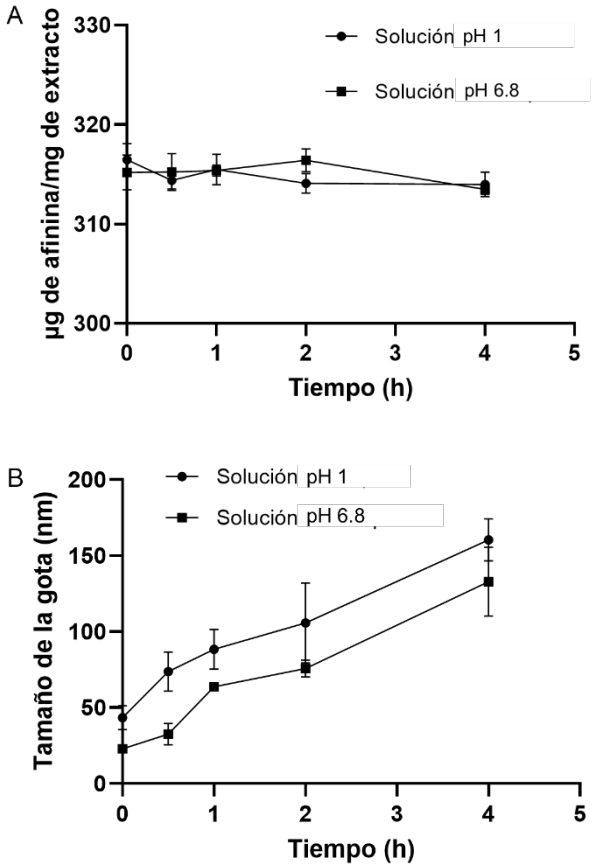


Figura 2. (A) Concentración de afinina en el extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* (B) Tamaño de gota del HL-SMEDDS. Datos expresados como media ± SEM (n = 3).

Como se muestra en la Figura 2B, los valores de tamaño de gota del HL-SMEDDS aumentaron a medida que pasaba el tiempo en ambos medios gastrointestinales simulados. Este comportamiento de inestabilidad física podría atribuirse al fenómeno de maduración de Ostwald, que se explica mejor a través de la ecuación de Laplace, donde la presión interna de las gotas diminutas difiere de la presión del líquido circundante en una magnitud que es directamente proporcional a la (mayor) tensión interfacial de la gota e inversamente proporcional a su (menor) radio. En consecuencia, cuando dos gotas de aceite de diferente tamaño entran en contacto en emulsiones, micro o nanoemulsiones, las gotas más grandes "devoran" a las gotas más pequeñas (el fluido se mueve de mayor a menor presión) (Liu y Hu, 2019).

Es importante mencionar que de acuerdo con estos resultados, el tamaño de gota del sistema lipídico no superó los 160 nm durante las 4 horas que duró la prueba de estabilidad. Esto significa que durante este período de tiempo, el sistema permaneció como una microemulsión. En un estudio publicado con anterioridad al presente, los autores determinaron los parámetros farmacocinéticos de la afinina en ratas y su vida media calculada fue de 1.13 horas. Además, se encontró que 4 horas después de la administración oral de este compuesto, más del 70% de la dosis administrada había sido eliminada del suero, y luego de 6 horas no se encontró concentración de afinina (Veryser, et al., 2016). Por tanto, es muy probable que la mayor absorción de afinina se produzca en un periodo de tiempo inferior a 4 horas, periodo de tiempo en el que el sistema HL-SMEDS permanece como una microemulsión en los dos fluidos. Por lo tanto, el hecho de que el tamaño de gota del HL-SMEDDS aumente en una escala de tamaño menor a 200 nm en función del tiempo (durante 4 horas), no afectará la biodisponibilidad del activo principal (afinina) contenido en el extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*, estandarizado como el HL-SMEDDS.

Estudio de estabilidad acelerada

Los resultados obtenidos de este análisis mostraron que las tres réplicas del HL-SMEDDS se mantuvieron estables durante todo el tiempo que duró la prueba. La concentración de afinina no varió, y la pérdida de peso no superó el 5%, a pesar de que el HL-SMEDDS no se encontraba en el envase final, como sugiere la NOM. Ni el color ni el olor del HL-SMEDDS cambiaron y el pH permaneció estable. Específicamente, el color del HL-SMEDDS tuvo valores de L* = 37.39 (baja luminosidad), Hue h° = 74.19° (área de color amarillo-rojo) y croma C* = 23.75 (baja intensidad o saturación). Evidentemente, es necesario realizar estudios de estabilidad a largo plazo del HL-SMEDDS, considerando su forma de dosificación y envase final, con el objeto de determinar su fecha de caducidad.

Cinética de liberación de afinina

En la Figura 3 se muestra el perfil de liberación de la afinina contenida en el HL-SMEDDS y en el extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* en medios acuosos con diferentes valores de pHs. Cada curva corresponde a ensayos en los que las muestras se expusieron, de forma independiente, a los dos pHs de prueba. Como se puede observar, la tasa de liberación de afinina a partir del HL-SMEDDS, en ambos medios, fue mayor que la del extracto etanólico.

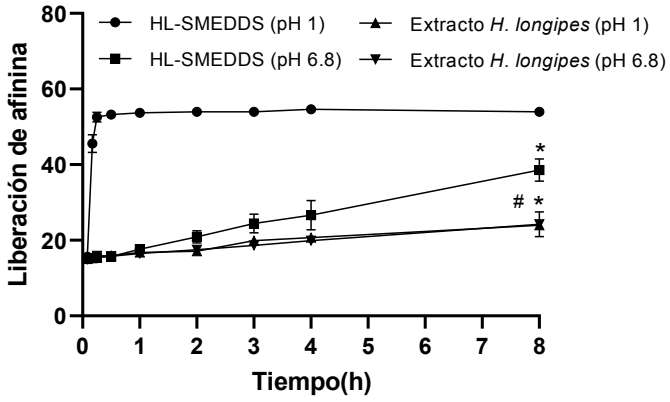


Figura 3. Perfil de liberación de afinina desde el HL-SMEDDS y el extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* Los datos se expresaron como media ± SEM (n = 3), * $p < 0.05$ vs HL-SMEDDS (pH 1), # $p < 0.05$ HL-SMEDDS (pH 6.8) vs extracto de *H. longipes* (pH 1 y 6.8).

Tal y como se muestra en la Figura 3, en el medio de pH 1, la tasa de disolución acumulada de afinina contenida en el HL-SMEDDS alcanzó más del 50 % en aproximadamente 15 min. Por el contrario, la tasa de disolución de la afinina contenida en el extracto etanólico sólo alcanzó el 16 % en el mismo periodo de tiempo. Con respecto a la disolución de la afinina en la solución básica (pH 6.8), después de 8 horas se liberó aproximadamente el 40 % de la afinina contenida en el HL-SMEDDS. Sin embargo, en el caso del extracto etanólico sólo se alcanzó un valor acumulado de afinina disuelta de alrededor del 20 %; evidenciándose que para ambos medios (pH 1 y 6.8), la disolución acumulada de la afinina contenida en el extracto fue la mitad de la obtenida para el HL-SMEDDS. De lo anterior se deduce que la mayor velocidad de liberación de afinina desde el HL-SMDS puede atribuirse al aumento del área de superficie específica de las gotas lipídicas conteniendo la afinina disuelta en forma de microemulsión, es decir, con la formación de la nanogota se aumenta el área de contacto con los medios de disolución, mejorando así las tasas de disolución y la solubilidad de la afinina (Zhu, et al., 2021).

Conclusiones

Se desarrolló un sistema automicroemulsificable a partir de un extracto etanólico de la raíz de *H. longipes* (HL-SMEDDS), seleccionado como óptima la formulación compuesta por Transcutol®: 55% (solubilizante), Tween®80/PG: 10% (surfactante/cosolvente), Labrasol®: 35% (surfactante) y 30 mg de extracto etanólico de la raíz de *H. longipes*, teniendo en cuenta su viscosidad, la solubilidad del extracto y el tamaño de gota. El HL-SMEDDS formó gotas en su mayoría esféricas y de tamaños menores a 100 nm. Las pruebas de estabilidad física y química mostraron que la concentración del marcador químico (afinina) se mantuvo estable y el tamaño de las gotas aumentó en función del tiempo cuando el HL-SMEDDS entró en contacto con el agua, lo que pudiera atribuirse al fenómeno de maduración de Ostwald. Las pruebas de estabilidad acelerada indicaron que la concentración de afinina contenida en el HL-SMEDDS se mantuvo estable. La liberación *in vitro* de afinina a partir del HL-SMEDDS en medios acuosos de pH 1 y 6.8, utilizados para simular condiciones gástricas e intestinales, fue mayor que la del extracto etanólico de la raíz de *H. longipes.* Los resultados derivados de la presente investigación indican que HL-SMEDDS constituye una formulación prometedora que permitiría la administración y mejorar la biodisponibilidad del extracto etanólico de raíz de *H. longipes*, que podría utilizarse para el desarrollo de un medicamento herbolario para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares.

Agradecemos al FONDEC-UAQ (FCQ202118) por el financiamiento de la presente investigación.

Referencias Bibliográficas

Althaus, J. B., Malyszek, C., Kaiser, M., Brun, R., & Schmidt, T. J. (2017). Alkamides from Anacyclus pyrethrum L. And Their in Vitro Antiprotozoal Activity. *Molecules*, *22*(5), 1–9. https://doi.org/10.3390/molecules22050796

Barbosa, A. F., de Carvalho, M. G., Smith, R. E., & Sabaa-Srur, A. U. O. (2016). Spilanthol: Occurrence, extraction, chemistry and biological activities. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, *26*(1), 128–133. https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.07.024

Castro-Ruiz, J. E., Rojas-Molina, A., Luna-Vázquez, F. J., Rivero-Cruz, F., García-Gasca, T., & Ibarra-Alvarado, C. (2017). Affinin (Spilanthol), isolated from Heliopsis longipes, induces vasodilation via activation of gasotransmitters and prostacyclin signaling pathways. *International Journal of Molecular Sciences*, *18*(1), 1–15. https://doi.org/10.3390/ijms18010218

CNQFB. (2012). *Guía de Validación de Métodos Analíticos*. 1–43. Retrieved from http://doi.wiley.com/10.1002/pca.1215

Chairuk P, Tubtimsri S, Jansakul C, Sriamornsak P, Weerapol Y. Enhancing oral 554 absorption of poorly water-soluble herb (Kaempferia parviflora) extract using self555 nanoemulsifying formulation. Pharm Dev Technol. 2020;25(3):340–50. https://doi.org/10.1080/10837450.2019.1703134

Doungsaard, P., Chansakaow, S., Poomanee, W., Sirithunyalug, B., Chaichit, S., & Leelapornpisid, P. (2023). Selection of bioactive chemical markers for anti-aging skin assessment of Dimocarpus longan Lour. leaf extract. *Arabian Journal of Chemistry*, *16*(8), 104954. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104954

Falcón-Brindis, A., León-Cortés, J. L., & Montañez-Reyna, M. (2021). How effective are conservation areas to preserve biodiversity in Mexico? *Perspectives in Ecology and Conservation*, *19*(4), 399–410. https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.07.007

Feeney, O. M., Crum, M. F., McEvoy, C. L., Trevaskis, N. L., Williams, H. D., Pouton, C. W., … Porter, C. J. H. (2016). 50 years of oral lipid-based formulations: Provenance, progress and future perspectives. *Advanced Drug Delivery Reviews*, *101*, 167–194. https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.04.007

FHEUM. (2022). Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos 3.0. In *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos* (3 ra). Retrieved from https://www.farmacopea.org.mx/index.php?m=1&sb=3&f=0

Li, Yaolei, Ju, S., Lin, Z., Wu, H., Wang, Y., Jin, H., Zhang, B. (2022). Bioactive-Chemical Quality Markers Revealed: An Integrated Strategy for Quality Control of Chicory. *Frontiers in Nutrition*, *9*(July), 1–17. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.934176

Liu, B., y Hu, X. (2019). Hollow Micro- and Nanomaterials: Synthesis and Applications. In *Advanced Nanomaterials for Pollutant Sensing and Environmental Catalysis*. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814796-2.00001-0

Mahajan, M., Kuiry, R., & Pal, P. K. (2020). Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *18*(April), 100255. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2020.100255

Morales Florido, M. I. (2018). *Desarrollo de un Sistema Autoemulsificable para Administración de Fármacos (SEDDS) que incremente la solubilidad de Enrofloxacina para su administración oral.* (Universidad Autónoma Metropolitana). https://doi.org/10.1056/nejmoa1407279

NOM-073-SSA1. (2015b). Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como de remedios herbolarios. *DOF - Diario Oficial de La Federación 5002338*, 1–14. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170592/NOM-040-NUCL-2016_4ago2016.pdf

OECD. (1995). Water Solubility. *Guideline for Testing of*

Chemicals, (July), 1–7. https://doi.org/10.1787/9789264070684-en

Raposo, F., & Ibelli-Bianco, C. (2020). Performance parameters for analytical method validation: Controversies and discrepancies among numerous guidelines. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, *129*, 115913. https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115913

Rosa-Lugo, V., Acevedo-Quiroz, M., Déciga-Campos, M., & Rios, M. Y. (2017). Antinociceptive effect of natural and synthetic alkamides involves TRPV1 receptors. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *69*(7), 884–895. https://doi.org/10.1111/jphp.12721

Veryser, L., Taevernier, L., Joshi, T., Tatke, P., Wynendaele, E., Bracke, N., … Spiegeleer, B. De. (2016). Mucosal and blood-brain barrier transport kinetics of the plant N -alkylamide spilanthol using in vitro and in vivo models. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 1–12. https://doi.org/10.1186/s12906-016-1159-0

Wang, L., Yan, W., Tian, Y., Xue, H., Tang, J., & Zhang, L. (2020). Self-Microemulsifying Drug Delivery System of Phillygenin: Formulation Development, Characterization and Pharmacokinetic Evaluation. *Pharmaceutics*, *12*(2), 130. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12020130

Zhu, Z., Liu, J., Yang, Y., Adu-Frimpong, M., Ji, H., Toreniyazov, E., … Xu, X. (2021). SMEDDS for improved oral bioavailability and anti-hyperuricemic activity of licochalcone A. *Journal of Microencapsulation*, *38*(7–8), 459–471. https://doi.org/10.1080/02652048.2021.1963341

Bioaccesibilidad y efecto antiinflamatorio *in vitro* del olote y seda de maíz

Hernández-García Yessica Rubí[1], Gaytán-Martínez Marcela[1], Luzardo-Ocampo Iván[2], Loarca-Piña María Guadalupe Flavia[1], Vázquez-Barrios María Estela[1], Campos Vega Rocio[1]

[1]Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, Programa de Posgrado de Alimentos, Querétaro, México.

[2]Tecnológico de Monterrey, Instituto de Investigación sobre Obesidad, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, 64700, Monterrey, México.

Correspondencia: Rocio Campos Vega, Facultad de Química, Programa de Posgrado de Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, 76010, Qro., México. Correo electrónico: chio_cve@yahoo.com.mx

Resumen

La mala disposición y la falta de aprovechamiento del olote de maíz (CC) y seda de maíz (CS) generan problemas medioambientales y sociales. El objetivo de este estudio fue desarrollar un ingrediente alimentario con CC y CS, evaluar *in vitro* su bioaccesibilidad gastrointestinal y su efecto antiinflamatorio. Se evaluaron las características nutracéuticas de tres formulaciones; CC:CS (1:1, 1:2 y 2:1 p/p). El CC:CS (2:1) presentó la mayor capacidad de inhibición de radicales libres en comparación con el CC:CS (1:2). La catequina, el ácido gálico y el ácido *p*-cumárico se detectaron en todas las etapas de digestión (HPLC-DAD), por lo que podrían ser los principales responsables de la actividad biológica. La fracción digerible en el intestino delgado fue capaz de inhibir la inflamación *in vitro* en un 57 % (método de estabilización de la membrana de glóbulos rojos) en comparación con el 82 % del Diclofenaco®. En conclusión, el CC:CS (2:1) mejora el valor nutricional al aumentar el contenido en cenizas, proteínas y fibra, sugiriendo que puede ser utilizado como ingrediente funcional debido a su actividad antioxidante y antiinflamatoria.

Palabras clave: digestión gastrointestinal *in vitro*, efecto antiinflamatorio, fibra, fitoquímicos, ingrediente alimentario, seda de maíz, olote de maíz.

Abstract

The poor disposal and lack of utilization of corncob (CC) and cornsilk (CS) generate environmental and social problems. The objective of this study was to develop a food ingredient with CC and CS, to evaluate *in vitro* its gastrointestinal bioaccessibility and anti-inflammatory effect. The nutraceutical characteristics of three formulations; CC:CS (1:1, 1:2 and 2:1 w/w) were evaluated. CC:CS (2:1) presented the highest free radical scavenging activity compared to CC:CS (1:2). Catechin, gallic acid and p-coumaric acid were detected at all digestion stages (HPLC-DAD) so they could be the main responsible for the biological activities. The small intestinal digestible fraction was able to inhibit inflammation *in vitro* 57 % (red blood cell membrane stabilization method) compared to 82 % for Diclofenac®. In conclusion, the CC:CS (2:1) improves the nutritional value by increasing the ash, protein and fiber content, suggesting that it can be used as a functional ingredient due to its antioxidant and anti-inflammatory activity.

Key words: *in vitro* gastrointestinal digestion, anti-inflammatory effect, fiber, phytochemicals, food ingredient, corn silk, corn cob.

1. Introducción

El maíz *(Zea Mays)* es una fuente de nutrientes principalmente en los países en desarrollo. Su producción mundial supera los 1,000 millones de toneladas, sin embargo, a la par de su producción se generan importantes cantidades de residuos. En México, los residuos anuales de maíz ascienden a 25.5 millones de toneladas, 17 % es olote de maíz y se estima que se obtienen cerca de 123-283 kg/ha de seda de maíz (Kaur *et al*., 2023). Estas cifras son motivo de preocupación para la población debido a la alta demanda de producción, por lo que se busca crear alternativas que minimicen el impacto ambiental.

Estos residuos podrían tener el potencial para emplearse en el desarrollo de ingredientes funcionales para consumo humano, por su contenido de compuestos bioactivos, los cuales pueden interferir en los procesos bioquímicos y metabólicos asociados al desarrollo de enfermedades inflamatorias. La inflamación es un mecanismo de protección y reparación del cuerpo contra agentes físicos, químicos, biológicos y mecánicos; sin embargo, cuando la inflamación no cesa, puede dañar los tejidos del cuerpo y es, además, un estado común en enfermedades crónico degenerativas no transmisibles (ECDNT) como la diabetes mellitus tipo 2, obesidad, cáncer, enfermedades cardiovasculares, entre otras. Durante el proceso inflamatorio hay un incremento de citocinas proinflamatorias (interleucina-1β (IL-1β), IL-6 y factor de necrosis tumoral-α (TNFα)), pero también intervienen mediadores inflamatorios (óxido nítrico (NO), óxido nítrico sintasa inducible (iNOS), ciclooxigenasa-1 (COX-1) y COX-2) que afectan a la funcionalidad de órganos y tejidos (Cote *et al*., 2022). Los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos se han utilizado para el tratamiento de la inflamación, ya que inhiben la síntesis de prostaglandinas (mediadores de la inflamación) a través de la vía del ácido araquidónico sin embargo desencadenan efectos adversos (Maleki *et al*., 2019). Por lo anterior, se caracterizó al olote y seda de maíz, ya que estudios respaldan su contenido de compuestos bioactivos, con el objetivo de desarrollar un ingrediente alimentario que permita incrementar el valor nutricional en los alimentos, evaluar la bioaccesibilidad de sus compuestos mediante una digestión gastrointestinal y el efecto antiinflamatorio *in vitro* por el método de estabilización de la membrana de glóbulos rojos humanos.

2. Metodología

2.2 Material vegetal

Las muestras de seda de maíz (CS) y olote de maíz (CC) dulce en la etapa masosa (R4) fueron suministradas por COVEMEX, S.A. de C.V. (Agosto 2022, Apaseo el Alto, Guanajuato, México, 20°32'33 "N, 100°44'21" W). Las muestras se lavaron, el olote fue cortado transversalemente (2 cm) y se secaron (40 ºC, 72 y 48 h, respectivamente) hasta obtener una humedad del 5 al 7%. Las muestras se molieron (molino de cuchillas y en un molino de café, KRUPS ®, 10,2 x 10,2 x 23,2 cm), y se tamizaron (250 µm). Las muestras fueron hidratadas (80% de humedad) y esterilizadas (15 libras de presión, 121 ºC. 15 min; autoclave cilíndrico vertical, con control manual de temperatura, medidas: 30 x 60 cm, EV-30, NOVATECH®).

2.2 Composición química

Se determinó el contenido de humedad (925.09), lípidos (920.39), cenizas (945.46) y proteínas (920.105) de la seda y olote de maíz de acuerdo a la (AOAC, 2002). La humedad se determinó por pérdida de peso en un horno (Shel-Lab® 1600 serie Hafo Mod.1675) a 105 ºC. El contenido en lípidos se obtuvo por el método Goldfish (Labconco®, Mod. 3500100) utilizando éter de petróleo (4 h). Las cenizas se determinaron por incineración en horno de mufla (Arsa®, Mod. AR-340;550 ºC, 6 h). La proteína total se analizó por el método Kjeldahl (Buchi®, KjelDigester K-446 / K-449), utilizando 6.25 como factor de conversión. El contenido total de carbohidratos se obtuvo por diferencia. La fibra dietética total (FDT), la fibra dietética insoluble (FDI) y la fibra dietética soluble (FDS) se determinaron por ensayo enzimático-gravimétrico (Shiga *et al*., 2003).

2.3 Composición nutracéutica

2.3.1 Extracto metanólico

La muestra (2.5 g para seda de maíz o mazorca de maíz) se mezcló con 30 mL de metanol acidificado al 95 % con HCl 0.5 N (85:15, v/v) en un matraz Erlenmeyer. La mezcla se agitó (60 min, en oscuridad a temperatura ambiente), y se centrifugó (6000 rpm, 10 min, 25 ºC) (HERMLE Z 326K, HERMLE Labortechnik) (Tangwongchai *et al*., 2018). Los sobrenadantes se filtraron (Whatman® No.1), y se emplearon en las siguientes evaluaciones.

2.3.2 Flavonoides libres

Se determinaron de acuerdo a Oomah *et al*., (2005). Se mezclaron 50 µL de extracto metanólico, 180 µL de metanol y 20 µL de solución de $AlCl_3$ al 1 % (p/v) por pocillo (microplaca). Se leyó la absorbancia (415 nm) en espectrofotómetro de microplacas (MultiskanTM GO, Thermo ScientificTM). Se realizó por triplicado y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de rutina por gramo de extracto (mg RE/g de extracto).

2.3.3 Fenoles totales libres

Se determinaron por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al*., 1999). La mezcla de reacción consistió en 30 µl de extracto metanólico, 150 µl de reactivo Folin-Ciocalteu al 10 % (v/v) y 120 µl de carbonato sódico al 7.5 % (p/v). Tras 30 min de incubación a temperatura ambiente, se leyó la absorbancia (765 nm). El ensayo se realizó por triplicado y se expresó como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g extracto).

2.3.5 Capacidad antioxidante

El poder antioxidante reductor férrico (FRAP) de los extractos se determinó mediante el método propuesto por Benzie & Strain, (1996). La actividad captadora de radicales $ABTS^+$ se determinó de acuerdo a Nenadis *et al*., (2004). La actividad captadora de radicales libres DPPH se determinó según el método de Fukumoto & Mazza, (2000). Las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de Trolox por gramo de muestra (mg TE/g muestra).

2.3.6 Digestión gastrointestinal *in vitro*

El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Química (CBQ22/035) y los participantes dieron su consentimiento por escrito. Se realizó de acuerdo a la metodología de Campos-Vega *et al*., (2015), que simula la etapa oral, gástrica e intestino delgado. Control negativo: mismas condiciones, sin muestra. Fase oral: cuatro participantes realizaron 6 enjuagues (15 seg, 5 mL de agua destilada) y los depositaron en un vaso de precipitado que contenía 5 mL de agua destilada, al cual se le añadió 1 g de muestra. Esta mezcla fue vertida en una bolsa hermética y depositada dentro de una máquina Stomacher ® (2 min). Fase gástrica: la solución de la fase oral (10 mL) se ajustó a pH 2.0 (HCl 0.1 N), y se añadieron 0.055 g de pepsina (disuelta en 0,94 mL de HCl (20 mM)). Todas las muestras, y el control (etapa oral sin muestra), se incubaron (37 °C, 2 h). Etapa intestinal: se preparó un extracto intestinal 30 min previos a su uso que consistía en hiel de buey (3 mg) y pancreatina (2. 6 mg) disueltos en 5 mL de solución tampón Krebs-Ringer (118 mM NaCl, 4.7 mM KCl, 1.2 mM $MgSO_4$, 1.2 Mm KH_2PO_4, 25 mM $NaHCO_3$, 11 Mm glucosa y 2.5 mM $CaCl_2$) a pH 6.8. Se tomó una alícuota (5 mL) de este extracto y se vertió sobre cada muestra de la fase gástrica. Se añadió a una bolsa de membrana de nitrocelulosa (4 cm; membrana de nitrocelulosa, 0.45 µm, 8 x 12 cm, Thermo ScientificTM) para determinar la permeabilidad. Se incubaron en un baño de agua (37 °C, 2 h) en condiciones anaeróbicas (atmósfera de CO2). Tras la incubación, se retiraron las membranas a diferentes tiempos (15, 30 y 60 min) para extraer la fracción digerible de la muestra (IntDF- simulando el lado basolateral del intestino) que se utilizó para evaluar el efecto antiinflamatorio *in vitro*; la solución que quedaba fuera de la membrana se consideró la fracción no digerible (Non-DF- simulando el lado apical del intestino).

La bioaccesibilidad de los compuestos polifenólicos se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Bioaccesibilidad (\%)} = (PC/CI) \times 100$$

Donde, PC: cantidad de compuesto(s) fenólico(s) presente(s) en cada etapa de digestión, CI: cantidad inicial de PC presente en las muestras no digeridas. Se realizaron al menos dos ensayos independientes por triplicado.

3.1.1 2.3.6.1 Identificación y cuantificación de compuestos fenólicos libres

La cuantificación de los compuestos fenólicos se determinó de acuerdo a la metodología de Sánchez-Quezada *et al*., (2023) a partir de los extractos metanólicos y digeridos de cada fase de digestión. Los compuestos se detectaron a 280 nm (ácidos fenólicos) y 320 nm (flavonoides) con una velocidad de adquisición de 1 s a partir de 15 µL de muestra inyectados por triplicado. La cuantificación se llevó a cabo utilizando estándares comerciales para catequina, rutina, quercetina, ácido vanílico, ácido p-cumárico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido gálico y ácido ascórbico utilizando un sistema HPLC (Agilent Technologies ®, EE.UU., 1260 Infinity II LC System) con columna C18 (4,6 x 250 mm, 5,0 µm). Fase móvil: solución acuosa de ácido fórmico al 0.1% (v/v) y acetonitrilo, caudal:1 mL/min, gradiente de concentración: de 0% a 100% de acetonitrilo en un análisis de 45 minutos. La identificación preliminar de los picos se realizó comparando el tiempo de retención y el espectro UV de cada pico en los perfiles cromatográficos de la seda y olote de maíz con el de cada compuesto estándar. El contenido de cada constituyente químico se obtuvo calculando la ecuación lineal de la curva de calibración del compuesto estándar y se expresó en µg por g de peso seco de seda y olote de maíz.

2.3.7 Efecto antiinflamatorio *in vitro*

La actividad antiinflamatoria *in vitro* se determinó de acuerdo al método propuesto por Gadamsetty *et al*., (2013).

2.3.7.1 Preparación de glóbulos rojos humanos

La sangre se recolectó en un tubo con anticoagulante (citrato trisódico con 3.8% BD Vacutainer ®) de un donante humano sano (varón, 23 años) el cual no consumió algún fármaco antiinflamatorio no esteroideo dos semanas previas a la toma de muestra. La sangre se centrifugó (3000 rpm, 10 min, 25 ºC) y se eliminó el sobrenadante. Las células empaquetadas se suspendieron en una solución salina (0.9%, pH 7.4, AMSA® Laboratories), y se centrifugaron (3000 rpm, 10 min, 25 ºC). Este proceso se repitió hasta la obtención de un sobrenadante claro. El sobrenadante se desechó y el pellet que contenía los eritrocitos se utilizó para preparar una suspensión al 2 % con solución salina.

2.3.7.1 Ensayo de estabilidad de membrana

La mezcla de reacción comprendía 2 mL de solución salina hipotónica (0.25 % p/v NaCl), 1 mL de tampón fosfato sódico (0.15 M, pH 7.4), 1 mL del extracto de la fracción digerible del intestino delgado (recuperadas a los 15, 30 y 60 min) y 0.5 mL de suspensión de glóbulos rojos humanos al 2 % (volumen total de ensayo: 4.5 mL). Control 1: se utilizó solución salina isotónica (1 mL) en lugar del extracto (C1: el control representa 100% de lisis de eritrocitos humanos o 0% de estabilidad), control 2: se utilizó solución salina isotónica (0.5 mL) en lugar de eritrocitos (C2: el control representa 100% de estabilidad de eritrocitos humanos). La mezcla se incubó (56 °C, 30 min), posteriormente los tubos se enfriaron (30 min a temperatura ambiente), y la mezcla se centrifugó a (3000 rpm, 10 min, 25 ºC). Se leyó la absorbancia (560 nm) del sobrenadante mediante un lector de microplacas. Se utilizó diclofenaco potásico (solución oftálmica, 1 mg/mL, AMSA® Laboratories) como estándar (500 µg/mL). El porcentaje de actividad estabilizadora de membrana se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Estabilidad de la membrana (\%)} = 100 - ((A_S - A_{C2})/A_{C1})*100$$

Donde, As = absorbancia de Diclofenaco o muestras, A_{C1} y A_{C2} = absorbancia del control 1 y control 2, respectivamente.

3. Resultados y discusión

3.2Composición nutracéutica

3.2.1 Flavonoides libres

La muestra de CS presentó la mayor cantidad de flavonoides (2.32 mg RE/g; $p \leq 0.05$), seguida de las mezclas (1.38 CC:CS 2:1 a 1.24 CC:CS 1:2, mg RE/g) y CC (0.92 mg RE/g), sin diferencias entre las mezclas y CC **(Tabla 1)**. Se ha documentado que los flavonoides pueden inhibir enzimas reguladoras o factores de transcripción para controlar los mediadores de la inflamación y reducir el estrés oxidativo (Maleki *et al*., 2019).

3.2.2 Fenoles totales libres

Los resultados **(Tabla 1)** no muestran diferencias ($p \leq 0.05$) entre el contenido total de compuestos fenólicos de CC (6.17 mg GAE/g), CS (6.53 mg GAE/g) y mezclas CC:CS (6.30 a 7.03 mg GAE/g). Todos los resultados están por debajo de los reportados por Ariesta, (2019) (25 mg GAE/g de CC en extracto metanólico y 7.4 mg GAE/g de CS en extracto de acetato de etilo) lo que indica que estos compuestos se disuelven más fácilmente en disolventes polares que en no polares, por lo que la polaridad del disolvente de extracción es un factor que puede influir en el contenido fenólico total, aunado a la concentración y la variedad de maíz.

3.3 Capacidad antioxidante

CS tuvo valores FRAP significativamente más altos que CC (2.93 vs 2.43 mg TE/g) mientras que no se presentaron diferencias entre mezclas **(Tabla 1)**. En cuanto a los resultados para ABTS, no se muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre el CC, el CS y las mezclas (1.15 a 2.75 mg TE/g), siendo el extracto de CS (2.75 mg TE/g) el mejor eliminador de radicales ABTS (52.57 % de inhibición), mientras que el menor eliminador de radicales ABTS es el CC (1.15 mg TE/g), que sólo elimina el 21.89 % de los radicales libre. Finalmente, la capacidad antioxidante evaluada por el método DPPH no mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) **(Tabla 1)**. Lapčík *et al*., (2023) informaron de una mayor inhibición DPPH (59.20 %), ABTS (65.46 %) con mayor similitud en cuanto a FRAP (2.63 ± 0.15 mg ET/g) para CS en comparación con los resultados de este trabajo (33.09 %, 52.57 % y 2.75 ± 0.13, respectivamente). Estos autores sugieren que la etapa de madurez influye en la capacidad antioxidante, debido a que, en etapas más maduras, el efecto antioxidante es mayor.

Table 1. Composición química, composición nutracéutica y capacidad antioxidante de olote de maíz (CC), la seda de maíz (CS) y sus mezclas.

Parámetro	(CC)	(CS)	CC:CS (1:1)	CC:CS (1:2)	CC:CS (2:1)
Composición nutracéutica					
Flavonoides[1]	0.92 ± 0.04^{b}	2.32 ± 0.42^{a}	1.29 ± 0.07^{b}	1.24 ± 0.01^{b}	1.38 ± 0.09^{b}
Fenoles totales[2]	6.53 ± 0.25^{a}	6.17 ± 0.87^{a}	7.03 ± 0.76^{a}	6.56 ± 0.15^{a}	6.30 ± 0.07^{a}
Capacidad antioxidante[3]					
FRAP[3]	2.43 ± 0.10^{b}	2.93 ± 0.14^{a}	0.43 ± 0.08^{c}	0.31 ± 0.03^{c}	0.47 ± 0.13^{c}
ABTS	1.15 ± 0.09^{c} (21.89)	2.75 ± 0.13^{a} (52.57)	2.36 ± 0.08^{b} (45.09)	2.54 ± 0.06^{ab} (48.46)	2.36 ± 0.04^{b} (45.07)
DPPH	1.80 ± 0.22^{a} (27.73)	2.16 ± 0.19^{a} (33.09)	3.10 ± 0.69^{a} (47.20)	3.18 ± 0.39^{a} (48.37)	3.20 ± 0.74^{a} (48.70)

B.S. = base seca. ( ) representan el porcentaje de inhibición. Los datos se presentan como media ± desviación estándar (n=3). Letras distintas por fila indican diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) mediante la prueba de Tukey. [1] miligramos equivalentes de rutina por gramo de muestra (mg ER/g). [2] miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg EAG/g).[3] mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra (mg ET/g).

3.4Digestión gastrointestinal *in vitro*, bioaccesibilidad y determinación de la permeabilidad

3.4.1 Identificación y cuantificación de compuestos fenólicos libres

Los compuestos bioactivos, como los fenólicos, deben de llegar a un órgano o tejido particular para ejercer su actividad biológica, y para lograrlo, deben ser bioaccesibles. Por tal motivo, se simularon las condiciones de las diferentes etapas de la digestión gastrointestinal *in vitro*, logrando identificar 11 metabolitos, de los cuales sólo tres se encontraron en todas las etapas de la digestión; dos compuestos fenólicos (ácido gálico y ácido p-cumárico) y un flavonoide (catequina) **(Tabla 2),** lo que podría estar relacionado con el efecto antiinflamatorio que se mostrará en la siguiente sección. Para los compuestos identificados, la mayor bioaccesibilidad fue de 143 % (2:1, catequina fase estomacal), 172.9 % (2:1, ácido gálico fase estomacal) y 50.8 % (2:1, ácido p-cumárico fase bucal) y en todos los casos se observa una disminución de su bioaccesibilidad en la etapa intestinal. Las condiciones gastrointestinales (actividad enzimática, pH, temperatura, etc.) tienen un efecto importante en la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los compuestos fenólicos (Ketnawa *et al*., 2022).

En estudios *in vivo* (modelo de rata) se reportó la absorción de ácido *p*-cumárico en el yeyuno y en estudios *in vitro*, utilizando el intestino delgado de un modelo de rata, se mostró que el 30 % de la catequina podía entrar en las células del intestino delgado, pero solo el 10 % lograba atravesar el intestino, atribuible a la baja permeabilidad y alta susceptibilidad a la degradación por acción del pH durante la digestión. (Shahidi & Peng, 2018).

El ácido gálico es detectado en todas las etapas de la digestión con mayor bioaccesibilidad en la boca (171.40 ± 36.29 µg/g) para la mezcla 1:2 y en el estómago (410.30 ± 4.51 µg/g) para la mezcla 2:1, lo que indica el efecto del pH sobre los compuestos fenólicos durante las etapas de la digestión. Se ha observado una liberación de ácido gálico (17 %) después de la digestión intestinal en semillas de Jabuticaba (fruta originaria de Brasil, Plinia cauliflora) (Ketnawa *et al*., 2022).

Table 2. Bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos en la boca, el estómago y la fracción digerible del proceso de digestión en el intestino delgado a los 15 min, 30 min y 60 min mediante HPLC-DAD.

Etapa	Catequina		Ácido gálico		Ácido *p*-cumárico	
	1:2	2:1	1:2	2:1	1:2	2:1
Boca	325.20 ± 1.55c (70.6)	214.26 ± 26.55c (51.2)	171.40 ± 36.29a (56.3)	171.91 ± 3.80b (72.5)	77.26 ± 0.85a (6.9)	116.85 ± 0.23a (50.8)
Estómago	544.04 ± 15.03a (118.2)	598.58 ± 4.07a (143)	116.32 ± 1.28b (25.3)	410.30 ± 4.51a (172.9)	47.99 ± 0.16b (4.3)	32.84 ± 0.19b (14.3)
Intestino delgado (fracción digerible)						
15 min	280.10 ± 1.69d (60.8)	351.29 ± 1.62b (83.9)	89.86 ± 2.02bc (19.5)	110.31 ± 0.90c (46.5)	22.35 ± 0.10d (2.0)	13.82 ± 0.06c (6.0)
30 min	375.07 ± 4.40b (81.5)	363.30 ± 0.47b (86.8)	112.45 ± 8.96b (24.4)	109.34 ± 0.32c (46.1)	29.96 ± 0.03c (2.7)	9.12 ± 6.13cd (4.0)
60 min	308.81 ± 1.24c (67.1)	225.49 ± 0.67c (53.9)	92.38 ± 0.95bc (20.1)	78.15 ± 0.93d (32.1)	20.99 ± 0.05e (1.9)	6.40 ± 0.04cd (2.8)
Intestino delgado (fracción no digerible)						
15 min	65.20 ± 0.85f (14.2)	78.82 ± 4.36d (18.8)	40.29 ± 0.02cd (8.8)	49.38 ± 0.07f (20.8)	9.07 ± 0.03f (0.8)	4.51 ± 0.03d (2.0)
30 min	34.65 ± 0.07g (7.5)	31.26 ± 0.12d (7.5)	20.33 ± 0.03d (4.4)	27.10 ± 0.00g (11.4)	2.52 ± 0.00h (0.2)	0.82 ± 0.12d (0.4)
60 min	89.49 ± 0.78e (19.4)	32.26 ± 0.12d (7.7)	40.96 ± 3.38cd (8.9)	68.38¬e (28.8)	7.77 ± 0.02g (0.7)	7.32 ± 0.12cd (0.4)

( ) representan el porcentaje de bioaccesibilidad respecto a las muestras no digeridas. Los datos se presentan como media ± desviación estándar (n=3). Los resultados se expresan en µg/g. Letras diferentes por fila indican diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) mediante la prueba de Tukey.

3.5 Efecto antiinflamatorio *in vitro*

Para evaluar el efecto antiinflamatorio se recolectó la fracción digerible del intestino delgado debido a que es aquella que logra atravesar la barrera del intestino delgado (simulado por la membrana de nitrocelulosa) para llegar a torrente sanguíneo y poder ejercer su

actividad biológica. La evaluación antiinflamatoria se realizó mediante la prueba de estabilidad de membrana de glóbulos rojos, dado que los componentes de las membranas de los glóbulos rojos humanos son similares a los componentes de la membrana lisosomal. La inhibición de la lisis de la membrana de los glóbulos rojos inducida por calor se tomó como una medida del mecanismo de la actividad antiinflamatoria, pues durante la inflamación se puede lisar la membrana lisosomal que libera sus componentes enzimáticos. Por lo tanto, la estabilización de la membrana lisosomal es importante para limitar la respuesta inflamatoria, ya que impide la liberación de componentes de los neutrófilos que han sido activados durante el proceso inflamatorio, así como enzimas bacterianas y proteasas, las cuales causan una mayor inflamación y daño tisular cuando son liberados al exterior de las células (Sarveswaran *et al*., 2017).

La **Figura 1** muestra el porcentaje de estabilidad de la membrana de los eritrocitos ejercida por los extractos de la fracción digerible del intestino delgado a diferentes tiempos de la digestión intestinal (15, 30 y 60 min). Los valores obtenidos para los extractos intestinales fueron comparados contra el estándar de Diclofenaco®, que exhibió una protección del 82.2 % a una concentración de 500 µg/mL, muy similar a lo reportado por Gadamsetty *et al*., (2013) quienes reportan un 87 % de protección con Diclofenaco® a la misma concentración. El extracto de la fracción digerible de la mezcla 2:1 a los 15, 30 y 60 minutos muestra la mayor actividad antiinflamatoria, al estabilizar la membrana en un 56, 47 y 55 %, respectivamente, a diferencia de la mezcla 1:2 que a los 30 minutos no brinda protección, observándose la lisis completa de los eritrocitos. Los resultados indican que el extracto olote:seda (relación 2:1 p/p) posee propiedades antiinflamatorias que puede deberse a la presencia de catequina (89.49 µg/g), ácido gálico (40.96 µg/g) y ácido *p*-cumárico (7.77 µg/g) encontradas en el extracto olote:seda (2:1 p/p) a los 60 minutos de la fracción digerible del intestino delgado; sin embargo, se requieren de más estudios para confirmar esta información. Por lo tanto, la mezcla 2:1, al mantener sus propiedades antiinflamatorias en las muestras de fracción digerible del intestino delgado, tomadas en distintos tiempos, se sugiere como la mejor opción para su uso por su potencial efecto antiinflamatorio.

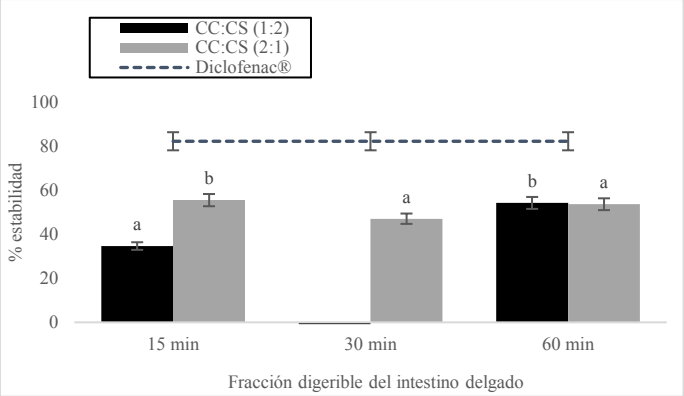


Figura 1. Efecto antiinflamatorio de los extractos de fracción digerible del intestino delgado (15 min, 30 min y 60 min) de a) olote de maíz:seda de maíz (proporción 1:2 p/p), y b) mazorca de maíz:seda de maíz (proporción 2:1 p/p) sobre la estabilidad de la membrana de los glóbulos rojos humanos mediante lisis inducida por calor. Los resultados se expresan como la media de dos experimentos independientes ± desviación estándar (n=3). Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre muestras mediante la prueba de Tukey.

De manera particular, se ha reportado la actividad antiinflamatoria de catequina al inhibir IL-1β y TNF-α que permite incrementar la producción de IL-10 (interleucina antiinflamatoria), también reduce el daño inducido por calor al bloquear la actividad del factor de choque térmico (HSF) que se requiere para inducir la proteína de choque térmico (HSP) e inhibe la lipoxigenasa (Al-Khayri *et al*., 2022). Por otro lado, el ácido gálico puede regular los mediadores proinflamatorios e inflamatorios [interleucina (IL)-2, IL-4, IL-5, IL-13, IL-33, TNF-α, interferón-γ (IFN-γ), COX-2 y el NF-κB], pues se ha demostrado en un estudio *in vitro* que puede inhibir la acetilación de NF-κB con la consecuente supresión de la neuroinflamación inducida por un péptido β-amiloide (Aβ) relacionado con la enfermedad de Alzheimer en

células BV-2 y Neuro-A2 a una concentración de 50 μM (Gao *et al*., 2019).

4. Conclusiones

Las mezclas elaboradas con olote y seda de maíz sugieren ser mezclas con propiedades nutricionales superiores a lo reportado como componentes individuales, ya que son una fuente rica de proteínas, carbohidratos, fibra dietaria total y fibra dietaria insoluble, con bajo contenido de grasa y ejercen capacidad antioxidante. Ácidos fenólicos y flavonoides están presentes en las mezclas y fueron bioaccesibles durante su paso por el tracto gastrointestinal (*in vitro*), lo que puede explicar la capacidad antioxidante en cada una de las etapas. La identificación por HPLC-DAD permitió saber que 11 metabolitos (posterior a la simulación de las condiciones gastrointestinales) fueron bioaccesibles, aunque, sólo tres compuestos (catequina, ácido gálico y ácido p-cumárico) tuvieron la capacidad de ser absorbidos en intestino delgado. Una mayor concentración de olote en la mezcla, favoreció el efecto antiinflamatorio de la fracción que fue permeable en el intestino delgado (estimado *in vitro*). Se sugiere que la catequina, el ácido gálico y el ácido p-cumárico están relacionados con este efecto, ya que fueron los únicos compuestos identificados en estos extractos, lo que debe ser confirmado con estudios posteriores. Los resultados muestran que la mezcla 2:1 (olote:seda) tiene un mayor potencial para ser empleado como ingrediente funcional, por su perfil fitoquímico y efectos antiinflamatorios que podrían coadyuvar en el tratamiento de enfermedades crónico degenerativas, con el fundamento de que la inflamación y la respuesta inmunitaria se consideran reguladores clave en el desarrollo y progresión de estas enfermedades.

5. Referencias bibliográficas

Al-Khayri, J. M., Sahana, G. R., Nagella, P., Joseph, B. V., Alessa, F. M., & Al-Mssallem, M. Q. (2022). Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules: a review. *Molecules*, 27(9), Article 9. https://doi.org/10.3390/molecules27092901

AOAC. (2002). Association of official analytical chemists. En Official methods of analysis of AOAC International (17th ed., Vol. 1). Gaithersburg.

Ariesta, R. (2019). The potential of methanol and ethyl acetate extracts of corn silk (Zea mays L.) as sunscreen. 020012. https://doi.org/10.1063/1.5098417

Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292

Campos-Vega, R., Vázquez-Sánchez, K., López-Barrera, D., Loarca-Piña, G., Mendoza-Díaz, S., & Oomah, B. D. (2015). Simulated gastrointestinal digestion and *in vitro* colonic fermentation of spent coffee (Coffea arabica L.): Bioaccessibility and intestinal permeability. *Food Research International*, 77, 156-161. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.024

Cote, B., Elbarbry, F., Bui, F., Su, J. W., Seo, K., Nguyen, A., Lee, M., & Rao, D. A. (2022). mechanistic basis for the role of phytochemicals in inflammation-associated chronic diseases. *Molecules*, 27(3), Article 3. https://doi.org/10.3390/molecules27030781

Fukumoto, L. R., & Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3597-3604. https://doi.org/10.1021/jf000220w

Gadamsetty, G., Maru, S., Tyagi, A., & Chakravarthula, S. N. (2013). Anti-inflammatory, cytotoxic and antioxidant effects of methanolic extracts of Drypetes Sepiaria (Euphorbiaceae). *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines,* 10(5), 274-282.

Gao, J., Hu, J., Hu, D., & Yang, X. (2019). A role of gallic acid in oxidative damage diseases: a comprehensive review. *Natural Product Communications*, 14(8), 1934578X19874174. https://doi.org/10.1177/1934578X19874174

Kaur, P., Singh, J., Kaur, M., Rasane, P., Kaur, S., Kaur, J., Nanda, V., Mehta, C. M., & Sowdhanya, D. (2023). Corn silk as an agricultural waste: a comprehensive review on its nutritional composition and bioactive potential. *Waste and Biomass Valorization*, 14(5), 1413-1432. https://doi.org/10.1007/s12649-022-02016-0

Ketnawa, S., Reginio Jr., F. C., Thuengtung, S., & Ogawa, Y. (2022). Changes in bioactive compounds and

antioxidant activity of plant-based foods by gastrointestinal digestion: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(17), 4684-4705. https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1878100

Lapčík, L., Řepka, D., Lapčíková, B., Sumczynski, D., Gautam, S., Li, P., & Valenta, T. (2023). A physicochemical study of the antioxidant activity of corn silk extracts. *Foods*, 12(11), Article 11. https://doi.org/10.3390/foods12112159

Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chemistry*, 299, 125124. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124

Nenadis, N., Wang, L.-F., Tsimidou, M., & Zhang, H.-Y. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4669-4674. https://doi.org/10.1021/jf0400056

Oomah, B. D., Cardador-Martínez, A., & Loarca-Piña, G. (2005). Phenolics and antioxidative activities in common beans (Phaseolus vulgaris L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6), 935-942. https://doi.org/10.1002/jsfa.2019

Sánchez-Quezada, V., Gaytán-Martínez, M., Recio, I., & Loarca-Piña, G. (2023). Avocado seed by-product uses in emulsion-type ingredients with nutraceutical value: Stability, cytotoxicity, nutraceutical properties, and assessment of *in vitro* oral-gastric digestion. *Food Chemistry*, 421, 136118. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136118

Sarveswaran, R., Jayasuriya, W. J. A. B., & Suresh Née Malalavidhane T S Suresh, T. (2017). *In vitro* assays to investigate the anti-inflammatory activity of herbal extracts: A Review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6, 131-141. https://doi.org/10.20959/wjpr201717-10058

Shahidi, F., & Peng, H. (2018). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. *Journal of Food Bioactives*, 4, 11-68. https://doi.org/10.31665/JFB.2018.4162

Shiga, T. M., Lajolo, F. M., & Filisetti, T. M. C. C. (2003). Cell wall polysaccharides of common beans (Phaseolus vulgaris L.). *Food Science and Technology*, 23(2), 141-148. https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000200007

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. En Methods in Enzymology (Vol. 299, pp. 152-178). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1

Tangwongchai, R., Lertrat, K., & Saikaew, K. (2018). Influence of variety and maturity on bioactive compounds and antioxidant activity of purple waxy corn (Zea mays L. var. Ceratina). International Food Research Journal, 25, 1985-1995.

Efectos anticancerígenos del AG1024 con el 5-FU en células de cáncer de mama

Paloma Ríos Medina (Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, riosmpaloma@gmail.com)

Jesica Esther Escobar Cabrera (Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, jeec82@yahoo.com.mx)

Resumen

El cáncer de mama es el tipo de cáncer más común en las mujeres en el mundo; en 2020 se registraron 2,2 millones de muertes. El factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) es una hormona producida por el hígado, el cual se une al receptor de IGF-1 (IGF1-R) y activa diversas vías de señalización que promueven la proliferación celular, migración y angiogénesis. El antagonista de IGF-1, AG1024, bloquea el IGF-1R y su cascada de señalización, por lo que podría ser un objetivo para un posible tratamiento contra el cáncer de mama. Por otro lado, el 5-fluorouracilo (5-FU) es un fármaco utilizado en el cáncer de mama, sin embargo, su principal efecto adverso es la resistencia al medicamento. El objetivo de este trabajo fue observar si el AG1024 ejerce un efecto antiproliferativo, antimigratorio y antiangiogénico, y si tiene efecto sinérgico con el 5-FU en células de cáncer de mama MCF-7 y MDA-MB-231 mediante experimentos *in vitro* (cuantificación mediante azul tripán y ensayo de herida), e *in vivo* (modelo de la membrana corioalantoidea de pollo (CAM)). Se obtuvo que en las células MCF-7 y MDA-MB-231, el AG1024 tuvo efecto antiproliferativo, antimigratorio y antiangiogénico (10 y 15 µM, respectivamente); el 5-FU solo presentó efecto antiproliferativo (52,51 µM y 299,1 µM, respectivamente) y no mostró sinergismo con AG1024 para ninguno de los efectos evaluados. Asimismo, el AG1024 inhibió los efectos del IGF-1R en presencia del IGF-1. Los resultados reportados en este proyecto contribuirán a la caracterización de los efectos anticancerígenos del AG1024, como una molécula prometedora para desarrollar terapias innovadoras contra el cáncer de mama.

Palabras clave

IGF-1, IGF-1R, AG1024, 5-FU, cáncer de mama, angiogénesis, modelo CAM.

Abstract

Breast cancer is the most common type of cancer in women worldwide; in 2020 around 2.2 million deaths were registered. Insulin-like growth factor (IGF-1) is a hormone produced by the liver, which it binds to the IGF-1 receptor (IGF1-R) and activates various signaling pathways giving important effects as cell proliferation, migration, and angiogenesis. The IGF-1 antagonist, AG1024, blocks IGF-1R and its signaling cascade, so it could be a target for a potential treatment against breast cancer. On the other hand, 5-fluorouracil (5-FU) is a drug used in breast cancer, however, its main adverse effect is drug resistance. The aim of this work was to observe if AG1024 has an antiproliferative, antimigratory and antiangiogenic effect and, furthermore, if this effect is increased in combination with 5-FU in MCF-7 and MDA-MB-231 breast cancer cells in in vitro (quantification by trypan blue and wounding healing assay) and in in vivo models using a chick embryo chorioallantoic membrane (CAM) model. It was obtained that in MCF-7 and MDA-MB-231 lines AG1024 had an anti-proliferative, anti-migratory and anti-angiogenic effect (10 and 15 µM, respectively); 5-FU only presented anti-proliferative effect (52.51 µM and 299.1 µM, respectively) and did not show synergism with AG1024 for any of the effects evaluated in this work. AG1024 had the ability to inhibit the effects of IGF-1R in the presence of IGF-1. The results reported in this project will contribute to the characterization of the anticancer effects of AG1024, as a promising molecule to develop innovative therapies against breast cancer.

Keywords

IGF-1, IGF-1R, AG1024, 5-FU, breast cancer, angiogenesis, CAM model.

Introducción

El cáncer de mama se posiciona en el quinto lugar de tipos de cáncer más mortales y ocupa el primer lugar en mortalidad en la mujer tanto de países desarrollados como en los países en desarrollo (GLOBOCAN, 2020). Los medicamentos utilizados para la terapia contra el cáncer de mama suelen estar acompañados de efectos adversos importantes, como cardiotoxicidad, nefrotoxicidad y resistencia quimioterapeutica (Narezkina y Nasim, 2019), por lo que es necesaria la búsqueda de terapias más selectivas.

Se ha demostrado que tanto el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1) y su receptor (IGF-1R) se encuentran sobreexpresados en pacientes con cáncer de mama (Peiró y col., 2011). El IGF-1 es una hormona de origen hepático principalmente que promueve el crecimiento celular, la proliferación, la diferenciación, la supervivencia, la migración y la angiogénesis (Grimberg y col., 2016). El IGF-1R pertenece a la familia de receptores tirosín cinasa y regula la vía de señalización PI3K/AKT/mTOR que favorece la supervivencia celular, y la vía RAS/RAF/MEK que está involucrada en la proliferación celular (Ianza y col., 2021).

Por otro lado, el AG1024 es una molécula sintética inhibidora del IGF-1R pues su núcleo similar a la tirosina impide que dicho receptor se autofosforile y por lo tanto se lleve a cabo la disminución en la actividad de la vía de AKT y MAPK (Tomita y col., 2022). En estudios anteriores, se ha encontrado que el uso del AG1024 es capaz de promover citotoxicidad en células del carcinoma hepatocelular en conjunto con el sorafenib (Zhou y col., 2021), en el carcinoma de pulmón (Wei y col., 2015) e incluso en la línea MDA-MB-231 de cáncer de mama en conjunto con un extracto herbal (Wu y col., 2019). Asimismo, el AG1024 ha tenido resultados favorables cuando se administra con otros quimioterapéuticos, como el paclitaxel, el cisplatino, y la doxorubicina, al sensibilizar a las líneas células cancerosas y así promover la apoptosis con concentraciones más bajas (Cheng y col., 2014).

El 5-fluorouracilo (5-FU) pertenece a la familia de los análogos del uracilo y es ampliamente utilizado en el cáncer. Se ha demostrado que el 5-FU provoca citotoxicidad principalmente por el arresto celular, sin embargo, se siguen estudiando otros mecanismos por los cuales actúa (Blondy y col., 2020). Por lo tanto, la combinación entre el AG1024 y el 5-FU podría tener mejores resultados que por sí solos.

Entre los modelos experimentales *in vivo,* la membrana corioalantoidea de embrión de pollo (CAM) se ha utilizado para la evaluación de sustancias antiangiogénicas y antimetastásicas a través de la implantación de células malignas. La CAM es una estructura que fusiona la capa de las membranas alantoides y coriónicas con una rica red vascular que provee de nutrientes necesarios para la sobrevivencia de los injertos celulares. Su simplicidad, visibilidad, duración experimental corta, y rentabilidad hacen al modelo CAM una buena alternativa para el estudio *in vivo* (Ribatti, 2021). Por lo que, el objetivo de este estudio es evaluar la inhibición de la proliferación, migración y angiogénesis de las células de cáncer de mama MCF-7 y MDA-MB-231 por efecto del AG1024 y el 5-FU.

Materiales y Métodos

Cultivo celular

La línea celular MDA-MB-231 se cultivó en medio DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) al 10 % de suero fetal bovino y antibióticos al 1 % (penicilina- estreptomicina-fungizona). El cultivo se mantuvo en incubación a 37°C y 5 % de CO2.

Ensayo de proliferación celular

Se sembraron 50,000 células MCF-7 y MDA-MB-231 en placas de cultivo de 24 pozos durante 24 horas en medio completo, respectivamente. Posteriormente, se reemplazó el medio viejo por medio fresco y se trataron con 100 y 150 ng/mL de IGF-1, 10 y 15 µM, y 52.51 y 299.1 µM de 5-FU para cada línea celular respectivamente, y sus combinaciones: IGF-1 + AG1024, IGF-1 + 5-FU, AG1024 + 5-FU, IGF-1 + AG1024 + 5-FU. Después de 24 h del tratamiento, las células fueron tripsinizadas y contadas con ayuda del hematocitómetro y azul tripano. Una vez evaluadas

las moléculas en solitario, se analizaron las combinaciones de éstas con las mismas concentraciones.

Ensayo de herida

Se cultivaron las células MCF-7 y MDA-MB-231 en una placa de 6 pocillos hasta un 90% de confluencia. Se realizaron tres heridas por pocillo con ayuda de una punta estéril amarilla (P200) arrastrándola por la monocapa con un ángulo de inclinación de 30 grados y guiándose con una regla flameada para hacerlo lo más recto posible, sin retirar el medio. Posterior a la herida, el medio se retiró de las placas y cada pocillo se lavó suavemente con 1 mL de PBS al 0.01 M para finalmente agregar el medio nuevo con tratamiento (IGF-1: 100 y 150 ng/mL, AG1024: 10 y 15 µM, 5-FU: 52.51 y 299.1 µM, para MCF-7 y MDA-MB-231, respectivamente, sus combinaciones: IGF-1 + AG1024, IGF-1 + 5-FU, AG1024 + 5-FU, IGF-1 + AG1024 + 5-FU, y sin tratamiento en el caso del grupo control). Se tomaron fotografías a tiempos 0, 6, 12 y 24 horas de exposición a los tratamientos para observar el avance en pixeles (%) del movimiento celular en la herida, por medio del software ImagenJ®.

Modelo de la membrana corioalantoidea (CAM)

Se obtuvieron huevos fértiles (Aves Libres de Patógenos – ALPES) de 0 a 3 días, se incubaron 5 huevos por grupo experimental en una incubadora humidificadora de huevos a 37.5ºC y un 50 – 55 % de humedad durante 13 días con rotación cada dos horas. En el día 3, se realizó una abertura de 3 mm en la parte superior de cáscara, donde se encontraba la burbuja de aire. En el día 5, se agrandó la apertura anterior a 3 cm de diámetro. El agujero se cubrió con Parafilm y los embriones se mantuvieron en la incubadora.

En el día 5 de incubación, las células de las líneas MCF-7 y MDA-MB-231 se lavaron con PBS, fueron levantadas con tripsina una vez logrado el 90% de confluencia y se colocaron 1 millón de células, suspendidas en DMEM, en 30 µL de Matrigel™ en conjunto con los tratamientos de IGF-1 (100 ng/mL para las células MCF-7 y 150 ng/mL para las células MDA-MB-231), AG1024 (IC50 10 µM para MCF-7 y 15 µM para MDA-MB-231), y 5-FU (52.51 µM para MCF-7 y 299.1 µM para MDA-MB-231) y sus combinaciones: IGF-1 + AG1024, IGF-1 + 5-FU, AG1024 + 5-FU, IGF-1 + AG1024 + 5-FU sobre la superficie de la CAM. Se selló el agujero nuevamente con Parafilm y se incubó el huevo durante 8 días más hasta alcanzar el día 13 de incubación de los huevos.

Durante el tiempo de incubación el área superficial de la membrana fue visualizada al día 5, 7, 9, 11 y 13 donde se contaron los vasos capilares y fueron comparados estadísticamente con los demás grupos tratados incluyendo el control.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de este proyecto se realizó con el programa GraphPad Prism6® utilizando análisis de varianza (ANOVA) de una vía seguido de la prueba post hoc Tukey ($p<0.05$).

Resultados

El estudio evaluó la respuesta de las células MCF-7 y MDA-MB-231 al IGF-1, AG1024 y 5-FU, así como las combinaciones de éstos. Se encontró que, en solitario, el AG1024 (11.49 uM y 17.18 uM en MCF-7 y MDA-MB-231, respectivamente) y el 5-FU (52.51 uM y 299.1 uM en MCF-7 y MDA-MB-231, respectivamente) disminuyeron la viabilidad celular cerca de un 50 % en ambas líneas de cáncer de mama (Figura 1). El IGF-1 (100 ng/mL y 150 ng/mL en MCF-7 y MDA-MB-231, respectivamente) incrementó la proliferación celular en las células MCF-7 y MDA-MB-231 (Figura 1A y 1B). Las combinaciones de IGF-1 + AG1024; IGF-1 + 5-FU; e IGF-1 + 5-FU + AG1024 mostraron una disminución en la proliferación celular cercana al 50 % en células MCF-7 y MDA-MB-231 (Figura 1A y 1B).

Asimismo, el estudio evaluó el efecto del IGF-1 AG1024, 5-FU y en combinación en la migración celular de las líneas MCF-7 y MDA-MB-231. Se encontró que el IGF-1 aumentó la migración en ambas líneas celulares a partir de las 12 horas de exposición, con respecto al control. El AG1024 redujo la migración en ambos tipos celulares a partir de las 6 horas de tratamiento, mientras que el 5-FU no tuvo efecto. Las combinaciones de tratamientos (AG1024

+ 5-FU; e IGF-1 + AG1024 + 5-FU) disminuyeron la migración en ambas líneas (Figura 2).

Se evaluó la capacidad angiogénica de los diferentes tratamientos en células de cáncer de mama en la membrana corioalantoidea (CAM) de embrión de pollo. Se encontró que el IGF-1 aumentó la formación de vasos sanguíneos en los injertos con células MCF-7 y MDA-MB-231 a partir del día 7 hasta el día 13, mientras que el AG1024 disminuyó la formación de vasos sanguíneos en los injertos con ambas líneas celulares a partir del día 9 de incubación; y el 5-FU no tuvo efecto sobre la angiogénesis en los 13 días de incubación. Las combinaciones de tratamientos no mostraron diferencias significativas en comparación con los tratamientos individuales. La combinación de IGF-1 y 5-FU aumentó el número de vasos sanguíneos similar al grupo de control con únicamente células MCF-7 o MDA-MB-231. En las combinaciones con AG1024 (IGF-1 + AG1024; e IGF-1 + AG1024 + 5-FU) hubo una disminución en la formación de vasos sanguíneos para los injertos de MCF-7 y MDA-MB-231 (Figura 3).

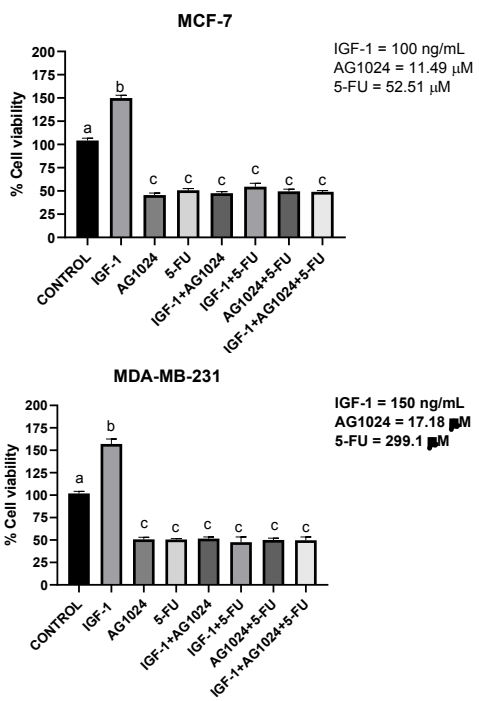


Figura 1. Resultados del ensayo de proliferación celular para las líneas MCF-7 y MDA-MB-231. A. Efecto de IGF-1, AG1024, 5-FU y en combinación sobre la proliferación de células MCF-7 con 24 h de tratamiento. B. Efecto de IGF-1, AG1024, 5-FU y en combinación sobre la proliferación de células MDA-MB-231. Porcentaje relativo respecto al control. Los resultados mostrados representan la media ± EE. ANOVA de una vía, prueba *post hoc* de Tukey ($p<0,05$).

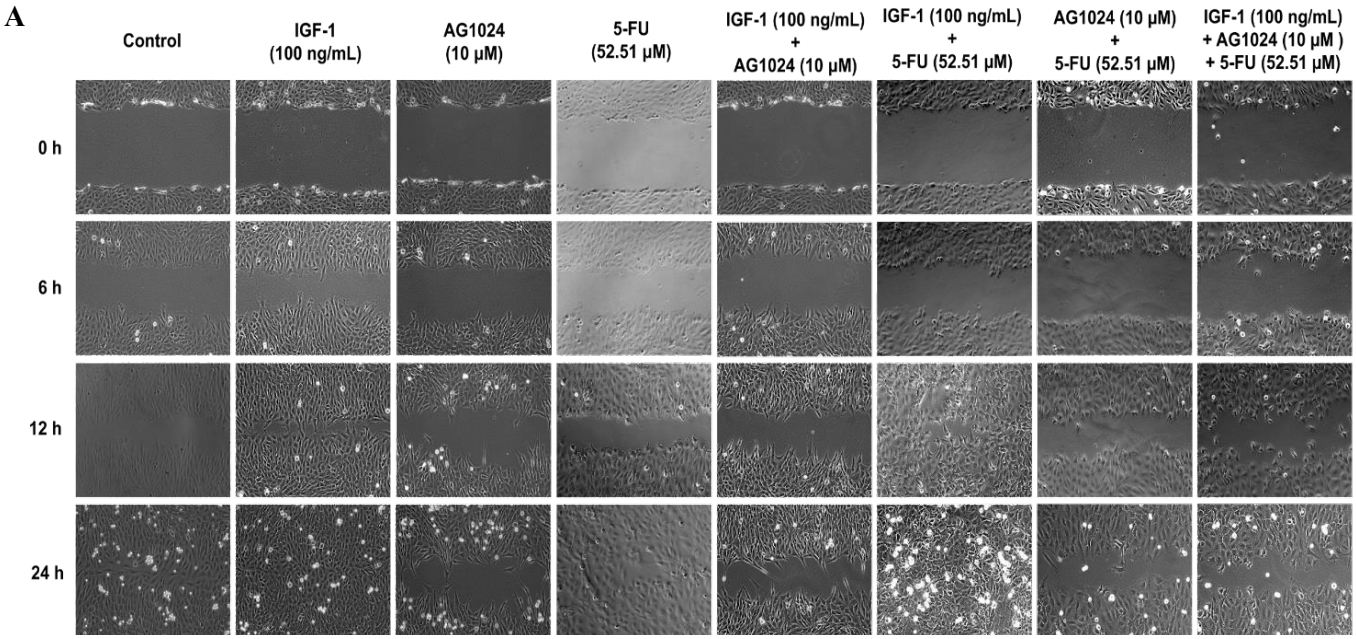


Figura 2. Ensayo de herida para evaluar la migración de las células MCF-7 y MDA-MB-231 expuestas a diferentes tratamientos a las 0, 6, 12 y 24 h de exposición. A. Micrografías del efecto de IGF-1, AG1024 y 5-FU en la línea MCF-7

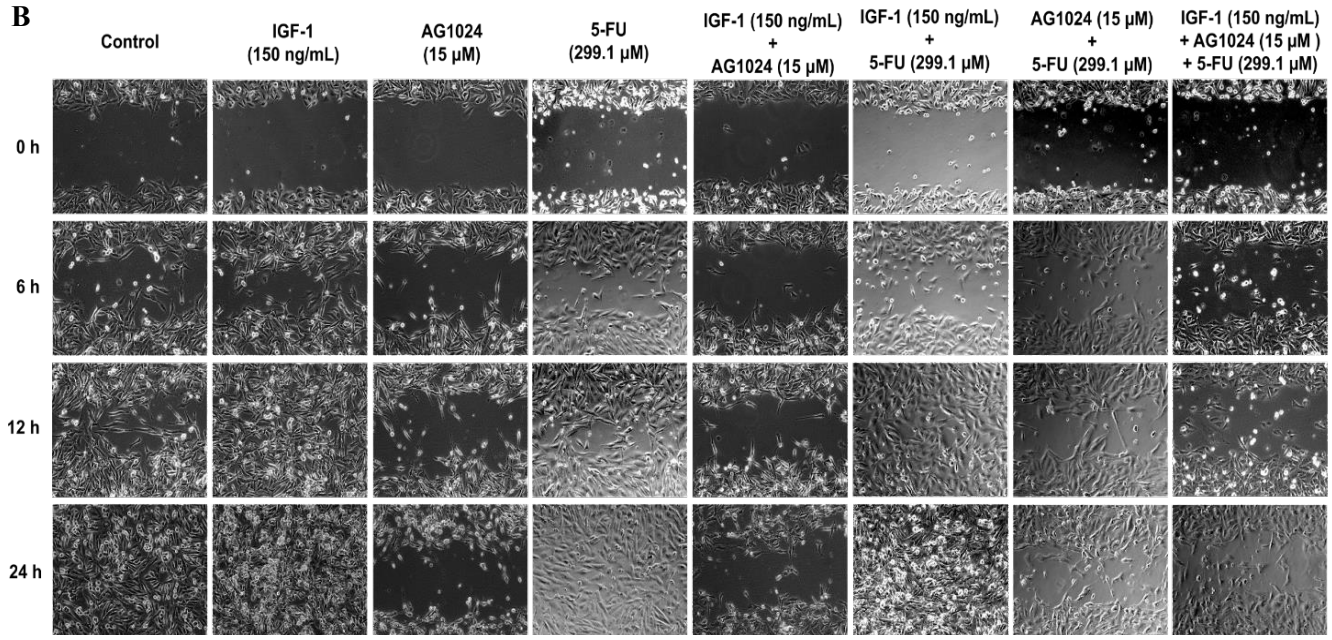


Figura 2. Ensayo de herida para evaluar la migración de las células MCF-7 y MDA-MB-231 expuestas a diferentes tratamientos a las 0, 6, 12 y 24 h de exposición. B. Micrografías del efecto de IGF-1, AG1024 y 5-FU en las células MDA-MB-231.

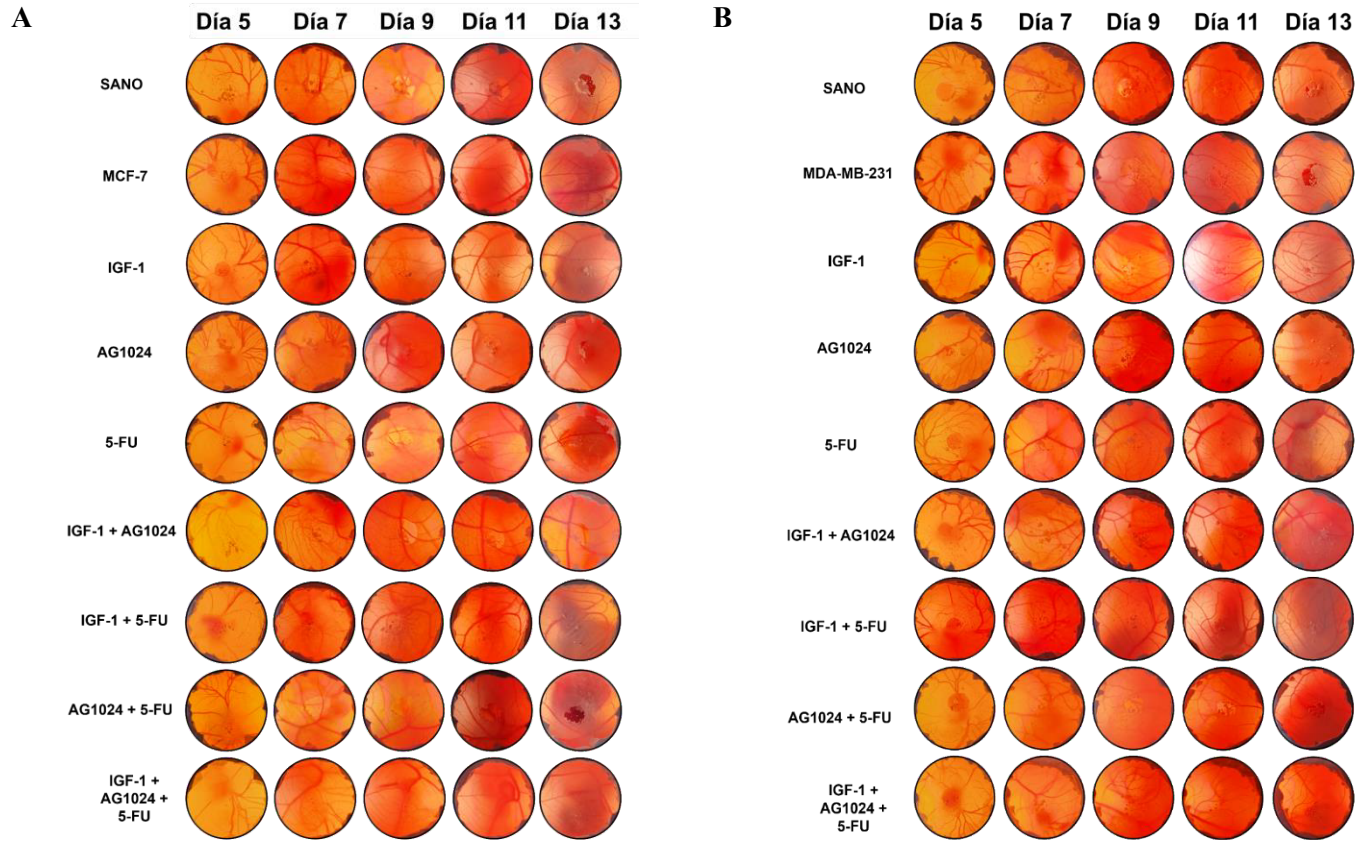


Figura 3. Ensayo de angiogénesis con el modelo CAM, resultados mostrados a los días 5, 7, 9, 11 y 13 de incubación, n = 5. A. Fotografías de los vasos sanguíneos de la CAM de embrión de pollo injertados con células MCF-7 tratadas con IGF-1, AG1024, 5-FU, y en combinación. B. Fotografías de los vasos sanguíneos de la CAM de embrión de pollo injertados con células MDA-MB-231 tratadas con IGF-1, AG1024, 5-FU, y en combinación.

Discusión y Conclusiones

Posteriormente se expusieron las células MCF-7 y MDA-MB-231 a IGF-1, AG1024, 5-FU, y entre sus combinaciones. El primer grupo evaluó el efecto proliferativo del IGF-1 sobre ambas líneas celulares, Dicho efecto se explica por la función natural del IGF-1, ya que es una hormona peptídica anabólica que tiene la función de estimular el crecimiento (Sair y Liu, 2022). Los niveles altos de IGF-1 se han asociado con un mayor riesgo de desarrollar algunos tipos de cáncer e incluso con una disminución de la esperanza de vida (Sair y Liu, 2022).

El segundo grupo evaluó la actividad del AG1024 en la proliferación celular, mostrando un efecto inhibidor cerca del 50 % de la población similar tanto en MCF-7 como en MDA-MB-231. El AG1024 es un inhibidor de IGF-1R reversible, competitivo y selectivo que inhibe la fosforilación del receptor, induce apoptosis y tiene actividad anticancerígena (Riedemann y col., 2006).

El tercer grupo correspondiente evaluó el efecto antiproliferativo del 5-FU. Se ha demostrado que dicho fármaco tiene capacidad inhibitoria sobre la proliferación celular debido a sus mecanismos de acción principales: el bloqueo de la enzima timidilato sintasa, que está relacionada con la síntesis de las purinas; y también por su similitud al uracilo impide la síntesis de ARN (Blondy y col., 2020).

El cuarto grupo corresponde a la evaluación del IGF-1 + AG1024, demostrando la capacidad del inhibidor selectivo AG1024 para preservar su actividad anti proliferativa bloqueando al receptor aun en presencia del inductor de proliferación IGF-1. Esta reducción en la proliferación se contrasta con lo reportado por Wei y col. (2015) donde se observa una disminución del 40 % de la población celular al colocar el IGF-1 y el AG1024 en células de cáncer de pulmón, se infiere el bloqueo de vías de las JAK-STAT3, PI3K-AKT y MAPK´s responsables de la invasividad y proliferación celular.

En el quinto grupo se evaluó el efecto del IGF-1 y el 5-FU y se observa una disminución de la proliferación celular cercana al 50 %, este resultado indica que el 5-FU es capaz de mantener su actividad anticancerígena aun cuando se estimula la vía de IGF-1 / IGF-1R. El sexto grupo corresponde a la evaluación de AG1024 + 5-FU, con esta combinación se esperaba observar un efecto sinérgico por los diferentes mecanismos implicados de las dos moléculas, pero, al igual que en los grupos anteriores, la proliferación se redujo cerca del 50 % respecto al control en ambas líneas celulares. Estos resultados se pueden justificar al analizar propiamente los mecanismos principales involucrados, ya que el 5-FU requiere que las células se encuentren en reproducción para poder ejercer su efecto, ya que, si la célula no está proliferando, no requerirá la activación del ciclo de los folatos (Blondy y col., 2020**),** de tal forma que, aunque el 5-FU inhiba a la timidilato sintasa, no habrá repercusiones notorias en la proliferación celular. Por tanto, al inhibir aguas arriba a la vía de proliferación IGF-1/IGF-1R, las células no se van a replicar. Por último, en el séptimo grupo se evaluó el efecto del IGF-1 +AG1024 + 5-FU, observando una reducción en la proliferación cercana al 50 % en ambas líneas celulares, en este caso, el principal efecto que determina este bloqueo en la proliferación celular es la inhibición del receptor IGF-1R por efecto del AG1024.

Se realizaron los ensayos herida con la finalidad de conocer el efecto de cada sustancia y sus combinaciones en la migración de las células MCF-7 y MDA-MB-231.

El primer grupo evaluado corresponde al efecto del IGF-1 sobre la migración en células de cáncer de mama MCF-7 y MDA-MB-231. En ambas líneas celulares el IGF-1 aumentó la migración lo cual podría deberse a su mecanismo de acción: se ha sugerido que el IGF-1 regula la actividad de la metaloproteinasa de matriz (MMP) a través de las vías PI3K y MAPK, y que la vía de señalización de IGF-1 interactúa con la vía de TGF-β (Lorenc, 2014). Estas vías podrían estar estimuladas tanto en MCF-7 como en MDA-MB-231. De acuerdo con lo reportado por Chen y col. (2013) han encontrado que cuando se administra IGF-I, el IGF-IR puede inducir la fosforilación de tirosina del sustrato del receptor de insulina I (IRS-1) del producto, y luego activar respectivamente dos vías de señalización: las vías Ras-MAPK y la vía PI3K-Akt/PKB cuya respuesta

final es el aumento de la migración e invasividad celular (Chen y col., 2013).

La inhibición de la migración celular por AG1024 observada en este proyecto podría explicarse por el sitio de acción donde participa: al ser el antogonista selectivo del IGF-1R, podría estar inhibiendo sus vías de señalización. Se conoce que el IGF-1R estimula las vías Raf/MEK1/2/ERK1/2 y la cascada de STAT3, que promueven la proliferación y migración celular (Ianza y col., 2021; Ma y col., 2020).

Durante la evaluación del 5FU se encontró que no tiene efecto en la migración celular. No existen estudios que evalúen el efecto de ése sobre la migración celular, pero en líneas de cáncer (ZLDI-8) de cáncer colorrectal, Li y col., (2018) demostraron que se mejora la terapia con 5-FU al revertir la transición de Notch relacionado a la transición epitelio- mesenquimal utilizando un inhibidor de ADAM17 el cual funge como anti migratorio. Con estos antecedentes, más lo reportado por nuestro grupo de investigación, ha sido demostrada la necesidad de moléculas con actividad anti migratoria, que disminuyan la invasividad celular y que, a su vez, puedan potenciar el efecto de otros medicamentos como el 5-FU que actúan en la proliferación celular, para que en conjunto se mejore el pronóstico de reversión del cáncer.

En los grupos de combinaciones que contenían AG1024 (grupo IGF-1 + AG1024; AG1024 + 5-FU; IGF-1 + AG1024 + 5-FU) se observó una disminución en la migración celular después de 24 horas de exposición. Estos resultados podrían deberse al efecto predominante del AG1024, pues su sitio de acción es en la zona intracelular impidiendo la estimulación promigratoria por parte del IGF-1 en la zona extracelular.

Por otro lado, la combinación de IGF-1 + 5-FU demostró un efecto similar al grupo donde solo se administró IGF-1, es decir, se aumentó la migración de ambas líneas celulares. Con este resultado se resalta el nulo efecto que provoca el 5-FU, ya que el principal mecanismo de acción de este medicamento es evitar la proliferación de las células en reproducción y no emite acción en células en fase G0 (Blondy y col., 2020), por lo que el aumento del movimiento celular se debe al estimulo por parte del IGF-1 que activa al IGF-1R y por consiguiente sus vías de señalización.

Se evaluó el impacto en la angiogénesis *in vivo* por efecto de las células MCF-7 y MDA-MB-231 con los tratamientos de IGF-1, AG1024, 5-FU, y sus combinaciones.

En el primer grupo donde se injertaron las líneas celulares únicamente, se aumentó la cantidad de vasos sanguíneos vistos en la CAM de embrión de pollo. Este efecto puede atribuirse a que las células de cáncer de mama secretan factores proangiogénicos, como TGF-ß, HGF, PDGF, VEGF, entre otros (Clere y col., 2020).

Posteriormente, con el injerto de las líneas celulares en conjunto con el IGF-1, esta angiogénesis se vio más elevada comparada con el control. Este efecto se explica retomando la actividad estimulante del IGF-1 al actuar como un factor de crecimiento. Propiamente, el eje IGF-1/IGF-1R y RAGE está relacionado directamente con un aumento en la angiogénesis (Muoio y col., 2021).

El grupo tratado con AG1024 logró disminuir la formación de nuevos vasos sanguíneos. Si bien no existen reportes del efecto de AG1024 sobre la angiogénesis, se puede inferir que, dado que inhibe al receptor de IGF-1R, las vías aguas abajo se ven reguladas negativamente, es por ello que, en caso de angiogénesis, como se explicó anteriormente, el IGF-1 puede incrementar la formación de vasos sanguíneos por la activación de la vía IGF-1/IGF-1R/ERK o por el eje de IGF-1/IGF-1R/STAT3/S100A7RAGE (Muoio y col., 2021), si se bloquea el receptor esta vías se inhiben por consecuencia , generando un efecto de "*stand by*", y por consiguiente la angiogénesis.

El 5-FU no favorece la angiogénesis, pero tampoco la inhibe, este comportamiento se observa en ambas líneas celulares. Como se ha mencionado anteriormente, el 5-FU ejerce su acción citotóxica mediante la inhibición de la timidilato sintasa (TS) y la incorporación de sus metabolitos en el ARN y el ADN (Blondy y col., 2020). Adicional a estos

mecanismos del 5-FU, se desconoce si alguno se relaciona directamente sobre la angiogénesis.

Por otra parte, los grupos donde se incluía al AG1024 (IGF-1 + AG1024; AG1024 + 5-FU; IGF-1 + AG1024 + 5-FU) provocaron una disminución en la cantidad de vasos sanguíneos con respecto al control en ambas líneas celulares. Retomando el mecanismo de acción del AG1024, indicamos el bloqueo del receptor de IGF-1R que impide la activación de las vías de señalización aguas abajo, como la vía IGF-1/IGF-1R/ERK o por el eje de IGF-1/IGF-1R/STAT3/S100A7RAGE, cuyo efecto final es la promoción de la angiogénesis (Muoio y col., 2021). Lo que es importante a resaltar es que, a pesar de la presencia del ligando natural, el IGF-1, prevalece la acción inhibidora del AG1024.

Además, en el grupo tratado con IGF-1 + 5-FU, se observa un aumento en la angiogénesis, sin embargo, comparando los vasos en el día 13 con respecto al grupo tratado únicamente con IGF-1, hay una disminución de éstos. Primeramente, el aumento podría deberse al estímulo propio del IGF-1, donde se sabe que activa al IGF-1R y las cascadas de señalización relacionadas con el aumento de la angiogénesis. Sin embargo, esta formación de vasos después se ve detenida o disminuida por la probable estimulación del 5-FU, que ejerce su efecto antiproliferativo, impidiendo que las células de cáncer de mama se reproduzcan y finalmente no generen un estímulo proangiogénico.

En conclusión, en las líneas celulares MCF-7 y MDA-MB-231, el IGF-1 tuvo un efecto proliferativo, promigratorio y proangiogénico en concentraciones de 100 ng/mL y 150 ng/mL, respectivamente; AG1024 tuvo un efecto antiproliferativo, antimigratorio y antiangiogénico a concentraciones de 10 µM y 15 µM, respectivamente; y el 5-FU presentó efecto antiproliferativo a 52,51 µM y 299,1 µM respectivamente y no mostró sinergismo con AG1024 para ninguno de los efectos evaluados en este proyecto.

AG1024 tuvo la capacidad de inhibir los efectos del IGF-1R en presencia de su ligando natural, el IGF-1. Los resultados reportados en este proyecto contribuirán a la caracterización de los efectos anticancerígenos del AG1024, como una molécula prometedora para desarrollar terapias innovadoras contra el cáncer de mama.

Referencias bibliográficas

Blondy, S., David, V., Verdier, M., Mathonnet, M., Perraud, A., Christou, N. (2020). 5-Fluorouracil resistance mechanisms in colorectal cancer: From classical pathways to promising processes. *Cancer Sci*, *111*(9), 3142-3154. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cas.14532

Chen, T., Liu, X., Yi, S., Zhang, J., Ge, J., Liu, Z. (2013) EphB4 is overexpressed in gliomas and promotes the growth of glioma cells. *Tumour Biol, 34*(1): 379-385. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23138393/

Cheng, H.Y., Ko, F.H. (2014). Studying the enhancement of programmed cell death by combined AG1024 and paclitaxel in a model of chronic myelogenous leukemia. *Life Sci*, *102*(2),118-26.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024320514003397

Clere, N., Renault, S., Corre, I. (2020). Endothelial-to-Mesenchymal Transition in Cancer. *Front Cell Dev Biol,*8:747. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcell.2020.00747/full

Grimberg, A., DiVall, S.A., Polychronakos, C., Allen, D.B., Cohen, L.E., Quintos, J.B., y col. (2016). Guidelines for Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor-I Treatment in Children and Adolescents: Growth Hormone Deficiency, Idiopathic Short Stature, and Primary Insulin-Like Growth Factor-I Deficiency. *Horm Res Paediatr, 86*(6):361-397. https://www.karger.com/Article/FullText/452150

GLOBOCAN, Global Cancer Observatory. (2020). Cancer Today. https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-pie?v=2020&mode=cancer&mode_population=continents&population=900&populations=900&key=total&sex=0&cancer=39&type=1&statistic=5&prevalence=0&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&nb_items=7&group_cancer=1&include_nmsc=1&include_nmsc_other=1&half_pie=0&donut=0

Ianza, A., Sirico, M., Bernocchi, O., Generali, D. (2021). Role of the IGF-1 Axis in Overcoming Resistance in Breast Cancer. *Front Cell Dev Biol*, *9*: 641449. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcell.2021.641449/full#B5

Li, D.D., Zhao, C.H., Ding, H.W., Wu, Q., Ren, T.S., Wang, J., Chen, C.Q., Zhao, Q.C. (2018). A novel inhibitor of ADAM17 sensitizes colorectal cancer cells to 5-Fluorouracil by reversing Notch and epithelial-mesenchymal transition in vitro and in vivo. *Cell Prolif*, *51*(5). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30069943/

Lorenc, V.E., Sánchez, M.C., Quiroga, S., Bregonzio, C., Contin, M.A. (2014) Estudios Celulares y Moleculares de la Neovascularización Retinal en Mamíferos. Participación del Sistema IGF-1/IGF-1R [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Córdoba]. https://1library.co/document/yne5kv1y-estudios-celulares-moleculares-neovascularizacion-retinal-mamiferos-participacion-sistema.html

Ma, J.B., Bai, J.Y., Zhang, H.B., Jia, J., Shi, Q., Yang, C., y col. (2020). KLF5 inhibits STAT3 activity and tumor metastasis in prostate cancer by suppressing IGF1 transcription cooperatively with HDAC1. *Cell Death Dis*, *11*: 466. https://www.nature.com/articles/s41419-020-2671-1

Muoio, M.G., Talia, M., Lappano, R., Sims, A.H., Vella, V., Cirillo, F., Manzella, L., Giuliano, M., Maggiolini, M., Belfiore, A., De Francesco, E.M. (2021). Activation of the S100A7/RAGE Pathway by IGF-1 Contributes to Angiogenesis in Breast Cancer. *Cancers (Basel), 13*(4):621. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7915817/#:~:text=Conclusions%3A%20In%20ER%2Dpositive%20BCs,1%2FIGF%2D1R%20axis.

Narezkina, A., Nasim, K. (2019). Anthracycline Cardiotoxicity. *Circ Heart Fail*, *12*(3):e005910. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30871350/

Peiró, N., Adrover, E., Sánchez-Tejada, L., Lerma, E., Planelles, M., Sánchez-Payá, J., Aranda, F., y col. (2011). Increased insulin-like growth factor-1 receptor mRNA expresión predicts poor survival in inmunophenotypes of early breast carcinoma. *Mod Pathol*, *24*: 201-208. https://www.nature.com/articles/modpathol2010191.pdf

Ribatti, D. (2021). The CAM assay in the study of the metastatic process. *Exp Cell Res, 400*(2):112510. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33524363/

Riedemann, J., Macaulay, V.M. (2006). IGF1R signalling and its inhibition. Endocr Relat Cancer, 13 Suppl 1:S33-43. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17259557/

Sair, A.T., Liu, R.H. (2022). Molecular regulation of phenolic compounds on IGF-1 signaling cascade in breast cancer. *Food Funct*, *13*(6):3170-3184. https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/FO/D1FO03283F

Tomita, S., Inaba, K., Sekimoto, M. (2022). Tyrphostin AG1024 downregulates aryl hydrocarbon receptor (AhR) expression in an IGF1R and IR-independent manner. *Toxicol Lett*e, *360*: 62-70 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378427422000418

Wei, Y.H., Tang, H.X., Liao, Y.D., Fu, S.L., Xu, L.Q., Chen, G., y col. (2015). Effects of insulin- like growth factor 1 receptor and its inhibitor AG1024 on the progress of lung cancer. J Huazhong Univ Sci *Technolog Med Sci*, *35*(6): 834-841. https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11596-015-1515-1

Wu, H., Sun, T., Bi, R. (2019). Inhibition of insulin-like growth factor 1 signaling synergistically enhances the tumor suppressive role of triptolide in triplenegative breast cancer cells. *Onco Lett*, *18*(1): 822-829. https://www.spandidospublications.com/10.3892/ol.2019.10356

Zhou, W., Lou, W., Chen, J., Ding, B., Chen, B., Xie, H., y col. (2021). AG-1024 Sensitizes Sorafenib-Resistant Hepatocellular Carcinoma Cells to Sorafenib via Enhancing G1/S Arrest. Onco *Targets Ther*, 14:1049-1059. https://www.dovepress.com/ag-1024-sensitizes-sorafenib-resistanthepatocellular-carcinoma-cells--peer-reviewed-fulltext-article-OTT

Perfil epidemiológico 2022/2023 de una clínica geriátrica en Querétaro.

Vigueras Becerril, Daniela, Especialidad en Salud Publica, Universidad Autonoma de Queretaro, DannyVigueras@gmail.com. Aguilar Medina, Juan Carlos David, Docente de la Especialidad en Salud Pública, Universidad Autonoma de Queretaro, dr.aguilarepi@gmail.com.

RESUMEN

Objetivo: conocer el perfil epidemiológico del adulto mayor jubilado, en una clínica geriátrica especializada del estado de Querétaro. **Material y Métodos:** se realizó a través de una base de datos, del perfil médico de adultos mayores jubilados, del periodo de enero 2022 a marzo de 2023, con un total de 213 expedientes, analizando 28 variables. **Resultados:** Se obtuvieron mediante el software estadístico IBM SPSS v.25. Se encontro una poblacion en su mayoría femenino (62.4%), el principal padecimiento fue hipertensión arterial (47.9%), alto porcentaje de trastornos mentales (44.1%), siendo insomnio crónico el principal (12.3%). Una población con sobrepeso (46%) sedentarismo (74.4%), y polifarmacia (37.9%). **Conclusiones:** debemos enfocarnos en la promoción de la salud buscando el equilibrio entre las acciones curativas y las acciones de prevención.

Palabras Clave: Perfil epidemiológico, Adulto mayor, jubilación.

SUMMARY

Objective: to know the epidemiological profile of the retired older adults, in a specialized geriatric clinic in the state of Querétaro. **Material and Methods:** It was carried out through a database, of the medical profile of retired older adults, from January 2022 to March 2023, with a total of 213 files, analyzing 28 variables. **Results:** A predominantly female population (62.4%) was found, the primary condition was arterial hypertension (47.9%), a high percentage of mental disorders (44.1%), and chronic insomnia was the main one (12.3%). A population with overweight (46%), sedentary lifestyle (74.4%), and polypharmacy (37.9%). These results were obtained using the statistical software IBM SPSS v.25. **Conclusions:** We must focus on health promotion seeking a balance between curative actions and preventive actions.

Keywords: Epidemiological profile, older adults, retirement.

INTRODUCCIÓN

La población mundial está envejeciendo rápidamente. De acuerdo a cifras recabadas por la Organización mundial de la salud (OMS), en el año 2017 se estima que entre 2015 y 2050, la proporción de adultos mayores en el mundo se duplicará, de alrededor del 12 % al 22 %. En México en 2020 residían 15.1 millones de personas de 60 años o más, que representan 12% de la población total. Actualmente en el país, por cada 100 niños con menos de 15 años hay 48 adultos mayores. (INEGI 2021).

No obstante, el aumento de la población adulta, así como la esperanza de vida de la misma, nos brinda un panorama con nuevos desafíos que como personal de salud pública se necesitan resolver. En el año 2020, en la población de 60 años y más los tres padecimientos con el mayor diagnóstico médico fueron enfermedades del corazón (27.2%), Covid19 (16%) y diabetes (15.1%). Otros padecimientos importantes actualmente son las enfermedades crónico degenerativas como hipertensión e hipercolesterolemia, las embolias o infartos cerebrales y el cáncer. (INEGI 2020). Refiriéndonos a la morbilidad de las personas adultas mayores, estas están relacionadas con enfermedades crónico-degenerativas. Las principales son la diabetes mellitus, las enfermedades isquémicas del corazón, y los tumores malignos. Para las mujeres, la primera causa es la diabetes y para los hombres las

enfermedades del corazón. Aunando a las enfermedades crónico degenerativas, se observa al alza los padecimientos de salud mental, un 17.6% presenta síntomas depresivos significativos; 7.3% presenta deterioro cognitivo; y 7.9% sufre demencia.

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información en Salud, las personas mayores consumen el 50% más de recursos en salud, que el promedio y, tienen una probabilidad doble de ser hospitalizadas, con respecto a las más jóvenes. Por lo tanto es importante conocer el perfil epidemiológico del adulto mayor en nuestro estado, el uso oportuno y efectivo que realiza de los servicios en salud que le brinda la clínica geriátrica especializada y detectar la polifarmacia en este grupo de personas mayores jubiladas.

METODOLOGÍA

1.1.Tipo de estudio

Estudio transversal, descriptivo del perfil epidemiológico del adulto mayor jubilado del periodo de enero 2022 a marzo 2023, en la clínica geriátrica especializada en el estado de Querétaro.

1.2 Selección de la población

La población que conforma el estudio está integrada por 213 adultos mayor jubilados.

Los criterio de inclusión para la selección de los sujetos fueron los siguientes:

- Tener 60 años o más al inicio del estudio.
- Tener todo su expediente completo al inicio del estudio.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- No contar con un expediente con estatus de activo (no haber acudido a la clínica durante el año 2022 y 2023.)

1.3 Materiales y método

La recolección de la data se realizó mediante una base de datos de elaboración propia durante los meses de febrero, marzo y abril del año 2023 con la información recabada de los expedientes de los 213 pacientes que acuden a esta clínica por el periodo de enero de 2022 a marzo de 2023.

La base de datos cuenta con las variables de sexo, edad, peso, indice de masa corporal, estatura, enfermedades cronico degenerativas, enfermedades agudas, cardiopatias, insuficiencia renal, cancer, enfermedades neurologicas, enfermedades gastrointestinales, osteoporosis, alergias, alergia a la penicilina, polifarmacia, actividad fisica, tipo de actividad fisica, hospitalizaciones en el último año, Covid 19 diagnosticado en el ultimo año, trastornos mentales, si recibe la atencion a este padecimiento, número de consultas en el último año. especialistas consultados en el último año, y cirugías realizadas en el último año.

La información obtenida, con el instrumento de recolección, se ingresó en una base de datos utilizando el software estadístico IBM SPSS v.25.

RESULTADOS

Con la información obtenida mediante la base de datos se obtuvo un perfil epidemiológico del adulto mayor. Con las medidas antropométricas de la población geriátrica de la clínica especializada, así como del uso de las instalaciones que esta población le da a la clínica contabilizado a través del número de veces que acudió a consulta por el periodo de enero de 2022 a marzo de 2023 se obtuvo la media y la desviación estándar.

Variable	[X(s)]
Edad (años)	73.1(8.762)
Estatura (metros)	1.5951(.08886)
Peso (kg)	71.1650(16.54792)
IMC (unidades)	27.9151(5.61139)
Consultas al año (número)	6.43 (5.278)

Tabla 1. media y desviación estándar de las medidas antropométricas de la población, así como el número de consultas en el periodo de enero 2022 a marzo 2023.

Con las variables descriptivas del estudio se obtuvo la frecuencia y el promedio. Registrando

una población en su mayoría femenino con un 62.4%. El principal padecimiento crónico degenerativo fue la hipertensión afectado a un 47.9% de la población, también se registró un alto porcentaje de 44.1% de trastornos mentales, siendo insomnio crónico el principal con un 12.3%.

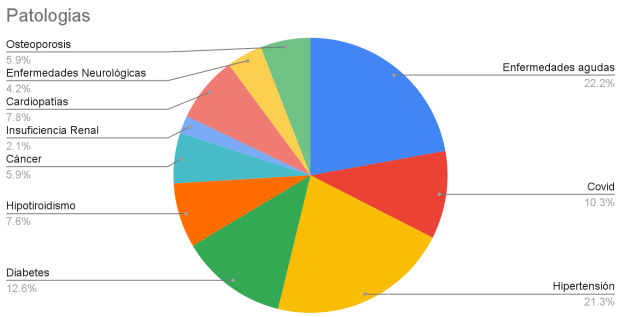


Gráfico 1. Porcentaje de las patologías, registradas en la clínica geriátrica especializada en el periodo de enero 2022 a marzo 2023.

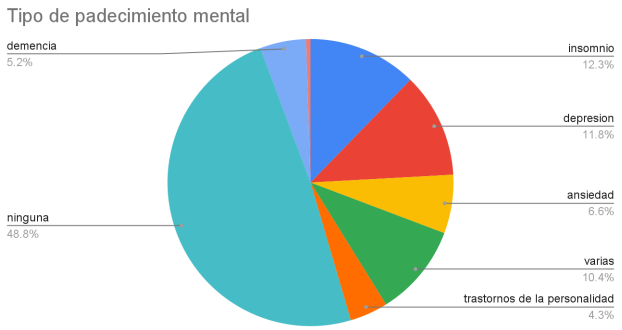


Gráfico 2. Porcentaje de los padecimientos mentales, registrados en la clínica geriátrica especializada en el periodo de enero 2022 a marzo 2023.

Una población con sobrepeso en un 46% y sedentaria con un 74.4%, con un consumo de más de 5 medicamentos de manera regular en un 37.9%.

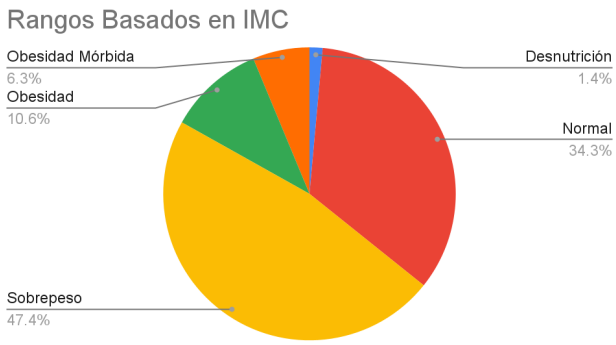


Gráfico 3. Porcentaje de categoría del peso evaluado de acuerdo al IMC, registrados en la clínica geriátrica especializada en el periodo de enero 2022 a marzo 2023.

La cual busca atención médica en su mayoría con un médico especialista en un 53.1%.

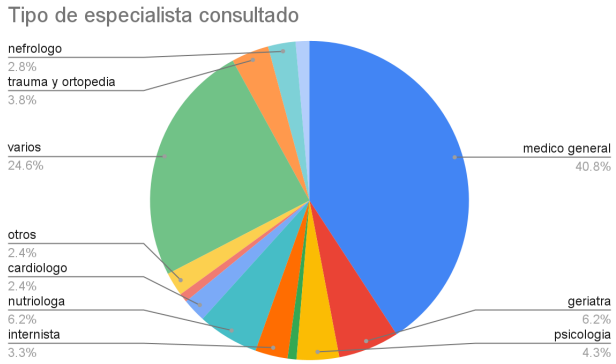


Gráfico 4. Porcentajes de especialistas médicos consultados en la clínica geriátrica especializada en el periodo de enero 2022 a marzo 2023.

DISCUSIÓN

El principal padecimiento presentado por la población evaluada en la clínica geriátrica fue la Hipertensión arterial con un 47.9%, cifras que se asemejan con la realidad de la población mexicana. Actualmente, uno de cada cuatro mexicanos padece hipertensión arterial, en los hombres la prevalencia es de 24.9% y en mujeres 26.1%. (OMS,2019). En un estudio realizado por la UNAM en 2020, refiere que la Hipertensión es el factor de riesgo número uno de muerte en México.

En nuestra población de estudio se presentaron cifras como el sedentarismo en 74.4%, un IMC superior al normal en el 62.4%, factores de riesgo

en el padecimiento de hipertensión arterial. Relacionándolo con estudios previos que documentan una asociación de la presión arterial con el peso corporal, los cuales encuentran que la presión arterial aumenta con el tiempo debido a la ganancia de peso. Un ejemplo de ellos es El Nurse's Health Study, que involucró a 80.000 mujeres, reveló que una ganancia de peso de 5 kg después de los 18 años se asoció con un riesgo relativo del 60% de desarrollar hipertensión (Huang Z, et al 1998). Por su parte, Spadano j Coakley a través de su estudio sobre las enfermedades asociadas al sobrepeso y obesidad señalaron que los individuos obesos tienen 3.5 veces mayor probabilidad de tener hipertensión que la población general. El panorama en el que nos encontramos, de acuerdo la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018), en los adultos en México el 39.1% tienen sobrepeso y 36.1% obesidad (75.2%),

Aunado a lo anterior, la diabetes en el presente estudio con un 12.6% se colocó en el tercer lugar de padecimientos, solo por debajo de las enfermedades agudas, es importante resaltar que en México es la tercera causa de muerte; y dentro de estas cifras, las personas mayores de 65 años ocupan el primer lugar en muertes (INEGI 2020).

La American Diabetes Association, menciona que la hipertensión arterial es una comorbilidad extremadamente frecuente en los diabéticos, afectando el 20-60% de la población con diabetes mellitus. La prevalencia de hipertensión en la población diabética es 1,5-3 veces superior que en no diabéticos. (Araya-Orozco, 2004).

Aunando a las enfermedades crónico degenerativas, se observa al alza los padecimientos de salud mental, en nuestra población de estudio se registró un 44.1% en padecimiento de trastornos mentales, siendo insomnio crónico el principal con un 12.3%. Actualmente en el país, un 17.6% de la población del adulto mayor presenta síntomas depresivos significativos; 7.3% presenta deterioro cognitivo; y 7.9% sufre demencia. Atención especial debe darse a las alteraciones de la salud mental, ya que representan una contribución importante a la carga de las enfermedades crónicas en cuanto a costos y discapacidad; son responsables de 31% de los años de vida perdidos por discapacidad entre las enfermedades no transmisibles; la demencia es la primera causa de discapacidad para las personas adultas mayores. (INEGI 2020).

CONCLUSIONES

En conclusión, debemos trabajar en la promoción de la salud enfocándonos en el desarrollo de aptitudes personales, que nos ayude a mejorar la alfabetización sanitaria; para que exista equilibrio entre las acciones curativas y las acciones de promoción y prevención, así como poder trabajar con los factores de riesgo de este padecimiento antes de que se presente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Araya-Orozco. (2004). Hipertensión arterial y diabetes mellitus. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas, 25*(3-4), 65-71.
2. Encuesta nacional de salud y nutrición.(2021). https://ensanut.insp.mx
3. Huang Z, Willett WC, Manson JE, et al. (1998) Body weight. Weight change and the risk of hypertension in women. *Ann Intern Med. 128* ,81–8.
4. Instituto Nacional de las Mujeres Dirección de Estadística. *Situación de las personas adultas mayores en México,* (febrero de 2015) www.**inmujeres**.gob.mx
5. López P. (2020). Uno de cada cuatro connacionales tiene hipertensión, 31 millones de mexicanos . *Gaceta UNAM.* https://www.gaceta.unam.mx/con-hipertension-31-millones-de-mexicanos/
6. OMS. Hipertensión. Disponible En: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension

7. Spadano J, Coakley EH, Field AE, et al. (1999) The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA*. ; *282:1523–9*.

ANEXOS.

Anexo 1. Resultados de las variables descriptivas (frecuencias y Promedio)

Variable n (213)	**n (%)**
Sexo	
femenino	135 (62.4)
masculino	78 (37.6)
Rangos basados en IMC	
Desnutrición	3(1.4)
Normal	71 (33.3)
Sobrepeso	98 (46.0)
Obesidad	22 (10.3)
Obesidad Mórbida	13 (6.1)
Enfermedades agudas	
si	105 (49.8)
no	108 (50.2)
Covid	
si	49 (23.2)
no	162 (76.8)
Hipertensión	
si	101 (47.9)
no	110(52.1)
Diabetes	
si	60(28.4)
no	151 (71.6)
Hipotiroidismo	
si	36(17.1)
no	175(82.9)
Cáncer	
si	28 (13.3)
no	183 (86.7)
Insuficiencia Renal	
si	10 (4.7)
no	201 (95.3)
Cardiopatías	
si	37(17.5)
no	174 (82.5)
Enfermedades Neurológicas	
si	20(9.5)
no	191(90.5)
Enfermedades Gastrointestinales	
si	52 (24.8)
no	159 (75.4)
Osteoporosis	
si	28 (13.3)
no	183 (86.7)
Alérgicos a la penicilina	
si	42(19.9)
no	169 (80.1)
Polifarmacia	
si	80 (37.9)
no	131 (62.1)
Actividad Física	
si	51 (24.2)
no	157 (74.4)

Adulto mayor que es sufre un trastorno mental	
si	93 (44.1)
no	118(55.9)
Tipo de trastorno mental	
insomnio	26 (12.3)
depresión	25 (11.8)
ansiedad	14 (6.6)
varias	22 (10.4)
trastornos de la personalidad	9 (4.3)
ninguna	103 (48.8)
demencia	11 (5.2)
dolor crónico intratable	1 (0.5)
Recibe atención en el área de salud mental	
si	37 (17.5)
no	174(82.5)
Tipo de consulta al que acudió el adulto mayor	
médico general	99 (46.9)
especialista	112 (53.1)
Especialista consultado	
médico general	86 (40.8)
Geriatra	13 (6.2)
Psicología	9 (4.3)
Internista	7 (3.3)
Nutrióloga	13 (6.2)
Cardiólogo	5 (2.4)
Neurólogo	2 (0.9)
Trauma y Ortopedia	8 (3.8)
Nefrólogo	6 (2.8)
Neumólogo	3 (1.4)
Varios Especialistas	52 (24.6)
Otros	5 (2.4)
Fue hospitalizado en este periodo enero 2022 a marzo 2023	
si	54 (25.6)
no	157(74.4)
Se le realizó alguna cirugía en este periodo enero 2022 a marzo 2023	
si	36 (17.1)
no	175 (82.9)

Electrocatalizadores derivados de MOF´S para la producción de hidrógeno

Mendoza Herrera, Jaqueline[1], De la Cruz Delgado[2], Anabel, García García, Raúl[1], Arjona, Noé[3], Álvarez-Contreras, Lorena[2], Rebolledo Chávez, Juan Pablo[1], Béjar, José[1]*

[1]Universidad Tecnológica de San Juan del Río, División de Química y Energías Renovables, Vista Hermosa, San Juan del Río, Querétaro, C.P. 76800, México

[2]Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. Complejo Industrial Chihuahua, Chihuahua C.P. 31136, México

[3]Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C, Pedro Escobedo, Querétaro, C.P. 76703, México

e-mail: jegarciab@utsjr.edu.mx

Palabras clave

Electrocatalizadores, reacción de evolución de oxígeno, reacción de evolución de hidrógeno, MOF´s.

Keywords:

Electrocatalysts, oxygen evolution reaction, hydrogen evolution reaction, MOF´s.

1. Resumen

Para el desarrollo de electrodos que permitan llevar a cabo la reacción de evolución de hidrógeno (REH) y de la misma manera sea efectuada la reacción de evolución de oxígeno (REO) es necesario un material cuya característica principal sea la bifuncionalidad mencionada anteriormente. En el presente trabajo se reporta el desarrollo de electrocatalizadores, para los cuales se hizo uso de las estructuras metal-orgánicas (MOF´S), específicamente las estructuras zeolíticas de imidazol o bien ZIF´s, los cuales permiten sintetizar materiales como lo son los hidróxidos doble laminares (LDH) y los sulfuros de metales no nobles, ya que estos son los materiales que dan lugar a las reacciones de REO y REH, respectivamente, lo que permitiría su uso como electrodos bifuncionales en electrolizadores alcalinos.

Para lograr la heterounion de los materiales se optó por método hidrotermal, posteriormente, los materiales fueron caracterizados mediante microscopía electrónica de barrido, así como su posterior evaluación electrocatalítica a través de voltamperometría lineal.

Abstract

Developing new electrodes to carrier out the hydrogen evolution reaction (HER) and oxygen evolution reaction (OER) is necessary for the production of new materials with the capability to display an excellent performance for both reactions. This work reports, the synthesis of electrocatalysts using zeolitic imidazolate frameworks (ZIF's), which were used as a template, since it allows the posterior synthesis of materials such as layered double hydroxides (LDH) and non-noble metal sulfides, which are excellent electrocatalyst activity towards the OER and HER, respectively. Therefore, it would allow their use as bifunctional electrodes in alkaline electrolyzers.

The heterojunction was synthesized using the hydrothermal method. The obtained materials were characterized by scanning electron microscopy, as well as their subsequent electrocatalytic evaluation through linear scan voltammetry.

2. Introducción

Para llevar a cabo las reacciones de REO y REH, los electrocatalizadores más activos son los basados en

LDH para la REO, y los sulfuros de metales de transición para la REH [1]. Sin embargo, incorporarlos en un mismo material es una parte fundamental para lograr la bifuncionalidad. En ese sentido, las heterouniones son una opción que permite modificaciones electrónicas en la interfaz, modulando las propiedades catalíticas de los materiales en un efecto sinérgico [2].

Dichas heterouniones pueden ser realizadas a través los derivados de metaloránicos, más en concreto los ZIF, esto debido a su alta porosidad, además de buenas propiedades eléctricas y permitir una distribución homogénea de los elementos [3,4]. Aunado a ello, fungen como base para la síntesis de sulfuros de transición, teniendo un punto donde incorporar el LDH.

En este trabajo se presenta el estudio experimental para llevar a cabo la heterounion de sulfuros de Co y Ni con LDH bimetálicos y su efecto en las propiedades electrocatalíticas hacia la REO y REH. Los materiales obtenidos fueron caracterizados mediante SEM, mientras que la actividad electrocatalítica se estudió a través de voltamperometría lineal.

3. Metodología

3.1. Síntesis.

3.1.1. Limpieza de las piezas.

Las espumas de Ni contaban con medidas de 1 cm x 1.50 cm, dichas espumas se sometieron a una limpieza mediante varios lavados en baño ultrasónico, esto para retirar las impurezas que pudieran tener. Los lavados se realizaron con acetona por 15 minutos y con HCl 1 M por 30 minutos para terminar con un enjuague con agua desionizada.

3.1.2. Preparación del ZIF.

Para la síntesis del ZIF se estableció un método a través de la variación de los parámetros reportados en literatura [5]. Brevemente, se preparan dos solucione. La solución 1 consistió en la adición de 20 mL de agua desionizada 0.75 g de 2-methylimidazole en un vaso de precipitados de 50 mL, mientras que la solución fueron 20 mL de agua desionizada se con 0.30 g de $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ en un vaso de precipitados del mismo volumen. La solución final se realizó adicionando la solución 1 en la solución 2 mientras se mantenía en agitación ultrasónica por 5 minutos. En la solución final se colocaron las piezas de espuma de níquel, donde el crecimiento de las ZIF-L ocurrió por precipitación directamente sobre la superficie de estas. Las espumas permanecieron en la solución por 1h, 3h y 6h; esto para poder analizar la influencia que tiene el tiempo de crecimiento del ZIF-L sobre la eficiencia electrocatalítica del material final. Pasado el respectivo tiempo de precipitación las espumas se retiraron de la solución y se enjuagaron con agua desionizada para retirar los restos del precipitado y secados a 60 °C por 12 h.

3.1.3. Preparación de los CoSx.

Con base en la literatura [6]. Se colocaron 0.16 g de Tiourea en 60 mL de agua desionizada que previamente fue saturada con Nitrógeno con un burbujeo leve por aproximadamente 15 min.

Se colocó la ZIF-L en la solución preparada y se sometió a un tratamiento hidrotermal por 3h a una temperatura de 150 °C. Las piezas de níquel son recuperadas y lavadas con agua y etanol, para un secado final a 70 °C durante 12 h.

3.1.4. Preparación de los CoSx@NiFeLDH.

La síntesis del LDH se utilizó el método reportado por [7]. Se colocó 0.9 g de urea y se disolvieron en 50 mL de agua desionizada, dentro del recipiente se colocaron 20 mL de agua desionizada y se le agregaron 0.05 g y 0.13 g de Ni y Fe, respectivamente.

Ambas soluciones se llevaron a homogeneizar en el baño ultrasónico por

aproximadamente 5 min, una vez que ambas soluciones estaban completamente diluidas se mezclaron adicionando la solución con Ni y Fe en el recipiente de la urea y se dejaron por 5 min. Se llevaron a tratamiento hidrotermal en tandas de 3 piezas por cada 35 mL de solución por 1h a una temperatura de 100 °C. Se lavan con agua y secan a 60 °C por una noche.

4. Resultados y Discusión.

4.1. Microscopia Electrónica de Barrido.

4.1.1. Micrografías.

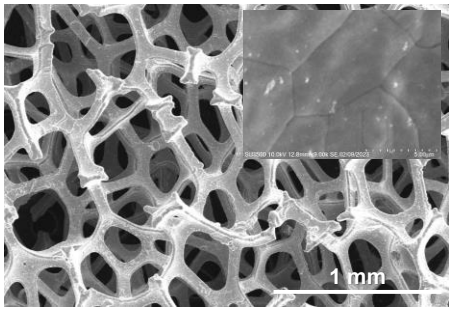


Figura 1. Micrografía SEM de espuma de níquel sin modificar.

Se analizaron tanto la espuma de Ni sin modificar, ZIF-L y el CoSx para poder identificar los cambios que ocurrieron en la superficie de la espuma y como se fue dando el crecimiento tanto de los hidróxidos como de los sulfuros.

En la figura 1 se muestra la superficie limpia de la espuma de Ni sin modificar.

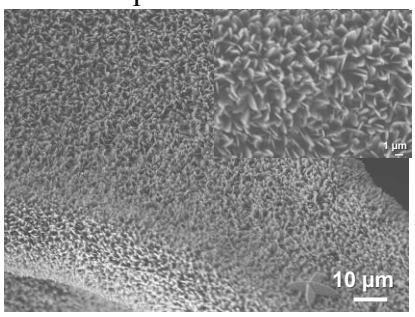


Figura 2. Micrografía SEM de los ZIF sobre la espuma de níquel

En la figura 2 es posible notar el crecimiento directamente sobre la superficie de los ZIF-L, donde se puede observar que el crecimiento de dichas estructuras es laminar, tal y como se esperaba

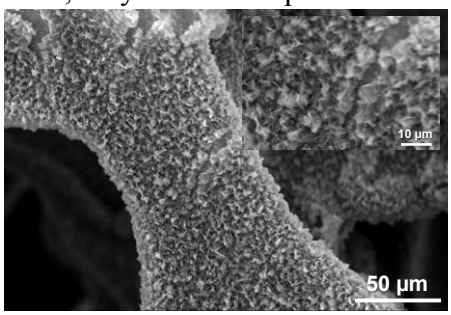


Figura 3. Micrografía SEM del CoSx

Por otro lado, en la figura 3 se aprecia el cambio que hubo al realizar la síntesis de los CoSx después de ser sometidos al tratamiento hidrotermal.

4.1.2. Mapeo elemental.

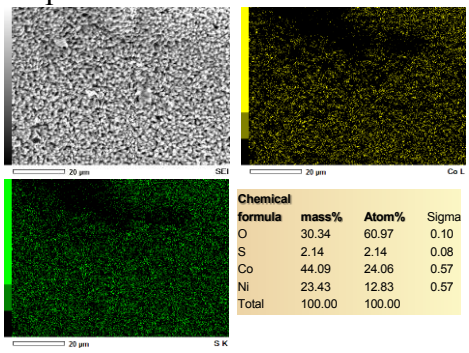


Figura 4. Mapeo elemental y EDS del CoSX

El CoSx se sometió a un mapeo elemental para poder confirmar la homogeneidad que tenía tanto del S como del Co.

En las Figura 4 se muestra la superficie de CoSx y se observa la distribución del S y del Co sobre la superficie, siendo esta una distribución homogénea como la esperada.

4.2. Electroquímicos.

4.2.1. Perfiles electroquímicos.

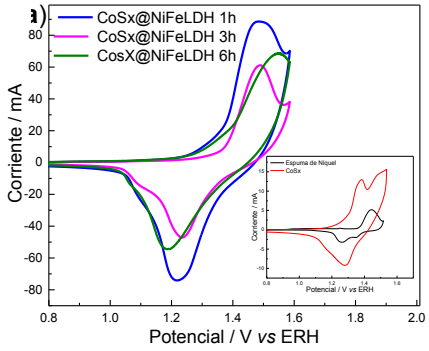
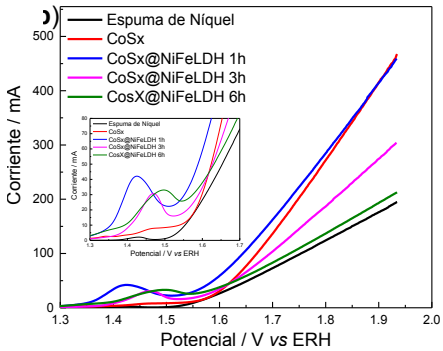


Figura 5. Perfiles electroquímicos de los materiales sintetizados.

Se llevó a cabo el perfil electroquímico de la espuma de Ni, CoSx, CoSx@NiFeLDH 1h, CoSx@NiFeLDH 3h y CoSx@NiFeLDH 6h, esto para analizar cómo fue cambiando el desempeño de cada material conforme el proceso de síntesis iba avanzando y también para determinar con cuál de los tiempos de síntesis que se trabajó se obtenía una mayor entrega de corriente. Teniendo un notable cambio entre la espuma de Ni que dio como valor de corriente 5 mA y el CoSx@NiFeLDH 1h, con un valor 80 mA, aproximadamente. Siendo este un buen resultado.

4.2.2. Voltamperometría Lineal.



Para el análisis de las reacciones de evolución del oxígeno como del hidrogeno se efectuaron las respectivas voltamperometrías lineales, mostrando, para la REO, que relativamente la reacción comienza cuando se tiene un potencial de 1.6 V aproximadamente con todos los materiales, pero conforme comienza a avanzar la reacción los materiales que mayor corriente presentan son el CoSx, y el CoSx@NiFeLDH 1h, presentando valores de corriente de 450 mA aproximadamente, siendo estos muy buenos resultados comparando con el que reporto la espuma de Ni, el cual es de 150 mA.

Asimismo, se realizó el mismo análisis para la REH mostrando que dicha reacción comenzó aproximadamente con un valor -0.2 V de potencial para todos los materiales, teniendo una vez más que el mejor desempeño en cuanto a la corriente fue el de los materiales CoSx, y el CoSx@NiFeLDH 1h.

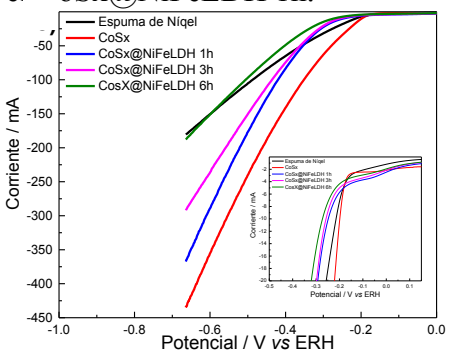


Figura 7 Voltamperometrías Lineales para la evaluación electrocatalítica de la REH.

Al analizar las figuras 6 y 7 se pude notar que los valores arrojados por el CoSx@NiFeLDH 6h es similar a el que arroja la espuma de níquel sin modificar, dando como indicativo que a tiempos muy extensos en el tratamiento hidrotermal no son los más recomendable ya que el material pierde propiedades.

Figura 6. Voltamperometrías Lineales para la evaluación electrocatalítica de la REO.

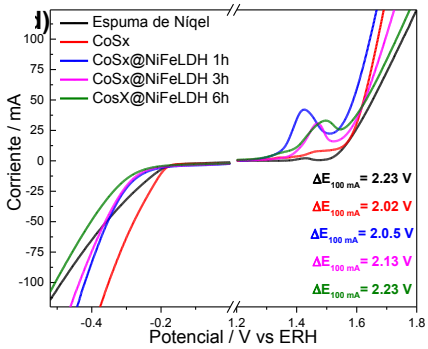
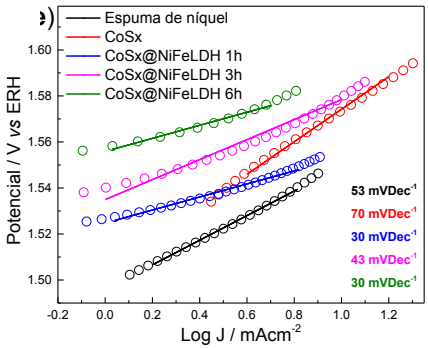


Figura 8. Reacción global de la electrolisis del agua para todos los materiales evaluados.

Con base a la voltamperometría lineal que se realizó para la reacción global de la descomposición electroquímica del agua (figura 8), el CoSx mostro el ΔE de 2.02 V mostrando la capacidad que tiene este material para llegar a una corriente de 100 mA, también el CoSx@NiFeLDH 1h mostro un buen desempeño con un ΔE muy similar, siendo este de 2.05 V.

4.2.3. Pendientes de Tafel.



Para el análisis de la cinética de la reacción se realizaron las pendientes de Tafel para cada una de las reacciones. En donde se encontró que, para la REO, el valor obtenido fue de 30 mV/Dec con el CoSx.

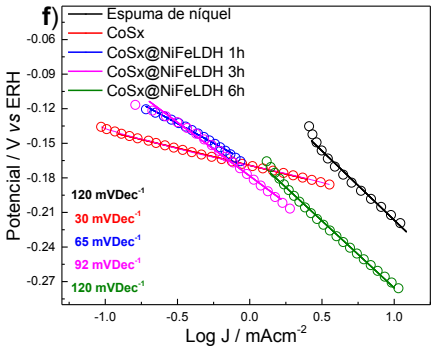


Figura 10. Pendientes de Tafel para la REH de todos los materiales

De la misma manera para la REH se obtuvo el mismo valor de 30 mV/Dec con el mismo material, seguido del CoSx@NiFeLDH 1h con un valor de 65 mV/Dec. Teniendo como indicativo que la cinética de la reacción es rápida para ambos procesos.

5. Conclusiones

Tras los análisis realizados, fue posible corroborar la formación de los CoSx además de la heterounion con LDH, siendo claro el cambio que ocurrió en la superficie de las espumas de níquel de acuerdo con la SEM así mismo con la voltamperometría cíclica, reafirmando que la bifuncionalidad buscada en un mismo material si es posible.

Por lo que se refiere a las reacciones de evolución de hidrógeno y oxígeno, la evaluación electrocatalítica mostro una diferencia de potencial del orden de los 2 V para los materiales más activos.

Figura 9. Pendientes de Tafel para la REO de todos los materiales

Finalmente las pendientes de Tafel obtenidas de 30 mV/Dec para ambas reacciones sugieren una cinética rápida hacia ambos procesos, lo cual, sumado a las diferencias de potenciales obtenidas permitirán su futura aplicación en electrolizadores alcalinos.

6. Referencias bibliográficas

[1] Wang M, Zhang L., He, Y., & Zhu, H., *Journal of Materials Chemistry A,* **2021**, 9, 5320-5365.

[2] Zeng, X.; Cai Z.; Zhang C.; Wang D.; Xu, J.; and X. Novel. *Materials Research Letters,* **2022**, 10,88-96.

[3] B. Singh, A. Singh, A. Yadav, A. Indra, *Coord Chem Rev*. **2021**, 447. 214144

[4] P.Q. Liao, J.Q. Shen, J.P. Zhang, *Coord Chem Rev*. **2018**, 373, 22–48.

[4] Lee, Y. J., Park, S. K., *Small,* **2022**, 18,2200586.

[5] K. Zheng, G. Li, C. Xu, *Appl Surf Sci*. **2019**,490, 137–144.

[6] S. Zhu, J. Wang, H. Li, J. Cai, Y. Li, J. Hu, Y. He, Y. Zhou. *ACS Appl Nano Mater.* **2022,** 5, 13047–13054.

Efecto del bisfenol-A sobre la expresión del receptor TRα1

MUÑOZ OLVERA, Andrea[1], GALVÁN SOTO, Luz Cecilia[2], CUEVAS CRUZ, Maritza[2], HERNÁNDEZ PUGA, Ana Gabriela[2]

[1]*Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química-Cerro de las Campanas s/n, Centro Universitario, 76017 Santiago de Querétaro, Qro.*
[2]*Universidad Autónoma de Querétaro, Centro de Investigación Biomédica Avanzada, Facultad de Medicina-Carretera a Chichimequillas s/n C.P. 76140 Santiago de Querétaro, Qro.*

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1er Autor: Andrea, MUÑOZ OLVERA (ORC ID 0009-0008-0989-9127)
ID 1er Coautor: Luz Cecilia, GALVAN SOTO (ORC ID 0009-0008-2398-044X)
ID 2do Coautor: Maritza, CUEVAS CRUZ (ORC ID 0000-0002-8725-2686)
ID 3er Coautor: Ana Gabriela, HERNÁNDEZ PUGA (ORC ID 0001-9040-3521)

Resumen —El bisfenol-A (BPA) es un disruptor endocrino que puede ser liberado por revestimientos plásticos de alimentos y bebidas. En humanos, el BPA estimula la acumulación de lípidos en el tejido adiposo y altera a otros sistemas endocrinos como el eje tiroideo. Sin embargo, poco se ha explorado sobre los efectos del BPA sobre el sistema tiroideo en un contexto de adipogénesis, por lo que en la presente investigación se evaluaron los efectos de dosis bajas de BPA sobre la expresión génica del receptor de hormonas tiroideas alfa 1 (TRα1) en adipocitos tratados con BPA durante la etapa de proliferación celular. Los resultados muestran que a las 72 h post-diferenciación, la expresión génica del receptor TRα1 aumentó por el tratamiento con BPA, lo cual podría inducir efectos negativos sobre el proceso de adipogénesis.

Palabras clave bisfenol-A, adipogénesis, receptor de hormonas tiroideas.

Abstract— Bisphenol-A (BPA) is an endocrine disruptor that can be released from plastic coatings in foods and beverages. In humans, BPA stimulates the accumulation of lipids in adipose tissue and alters other endocrine systems such as the thyroid axis. However, little has been explored about the effects of BPA on the thyroid system in a context of adipogenesis, so in the present investigation the effects of low doses of BPA on the gene expression of the alpha 1 thyroid hormone receptor were evaluated (TRα1) in adipocytes treated with BPA during the cell proliferation stage. The results show that at 72 h post-differentiation, the gene expression of the TRα1 receptor increased by treatment with BPA, which could induce negative effects on the adipogenesis process.

Keywords bisphenol A, adipogenesis, real-time PCR, α thyroid receptor

I. INTRODUCCIÓN

La obesidad es un problema de salud pública que ha afectado a la población mexicana desde hace varias décadas, de acuerdo a datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT); se reporta un incremento en el porcentaje de obesidad en adultos del 24% al 42.2%, en los últimos 30 años. Aunado a ello, el desarrollo de obesidad se asocia a comorbilidades como enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y enfermedades hepáticas [1-3].

La obesidad es una enfermedad crónico-no transmisible de origen multifactorial, en donde contribuyen factores modificables y no modificables. Entre los factores modificables se encuentran una dieta alta en grasas y carbohidratos, ciclos de sueño cortos y/o alterados, poca actividad física y las condiciones ambientales, entre ellas, la exposición a compuestos químicos definidos como compuestos disruptores endocrinos (EDC) [4].

En las últimas décadas, se ha realizado investigaciones sobre los efectos biológicos de los EDC, debido a su uso en productos plásticos, resinas, productos de cuidado personal, dispositivos médicos,

pesticidas, herbicidas, entre otros, y la Sociedad de Endocrinología ha emitido dos declaraciones sobre el peligro que representan para la salud humana. Por lo anterior, algunos países han elaborado restricciones para limitar o prohibir su uso, y algunos de ellos han sido remplazados por compuestos alternativos que no representen un riesgo para la salud o que induzcan un menor efecto; no obstante algunos sustitutos como el bisfenol S (BPS) inducen efectos biológicos nocivos [2-5-6].

MARCO TEÓRICO

El sistema endocrino es el conjunto de glándulas productoras de hormonas que se encargan de regular diversas funciones biológicas como el crecimiento, metabolismo y el desarrollo sexual. Las glándulas endocrinas reciben señales específicas del eje hipotálamo-hipófisis para producir y secretar hormonas que son transportadas por el sistema circulatorio hacia tejidos y órganos distantes [7].

Entre los sistemas endocrinos de relevancia para el metabolismo energético, se encuentra el sistema tiroideo, conformado por el eje hipotálamo-hipófisis-tiroides, el cual se encarga de sintetizar a las hormonas tiroideas (TH): tiroxina (T_4) y triyodotironina (T_3), siendo esta ultima la hormona activa. En las células, la T_3 se une al receptor de hormonas tiroideas (TR), el cual actúa como un factor de transcripción dependiente del ligando, que, en presencia de T_3, reconoce elementos de respuesta en el ADN y promueve la transcripción de los genes responsivos a TH. En tejido adiposo, las TH inducen la adipogénesis (diferenciación del tejido adiposo), la cual es regulada por factores de trascripción como C/EBP (proteínas de unión a CCAATT) y PPAR (receptor activado por el proliferador de peroxisomas).

Los EDC inducen alteraciones de los sistemas endocrinos a nivel fisiológico, celular, molecular y epigenético, que no solo afectan a los organismos expuestos, sino también a su descendencia [10]. De forma particular, se ha mostrado, tanto en modelos *in vitro* e *in vivo*, que los EDC tienen efectos sobre el proceso de adipogénesis. Uno de los EDC más estudiados es el bisfenol-A (BPA), el cual puede ser liberado por revestimientos plásticos de contenedores de alimentos y bebidas, como resultado a la exposición a altas temperaturas y condiciones ácidas o básicas. Diversos modelos experimentales y estudios en humanos, han demostrado que el BPA estimula o se asocia a una mayor la acumulación de lípidos en el tejido adiposo y el hígado [5,7,10]

Por otro lado, se ha demostrado que el BPA interfiere en la regulación de TH al alterar la expresión de genes que se encargan de la síntesis de hormonas tiroideas y de la unión de estas a su receptor. La unión del BPA a los TR es de forma antagonista, ya que inhiben la actividad de T_3, lo que suprime su actividad transcripcional [8].

El funcionamiento de la tiroides puede verse afectado por la presencia de BPA y su unión a los TRs. Los TRs poseen dos isoformas: α y β, que cumplen funciones diferenciales en los organismos. La isoforma TRα es importante para la regulación de las reservas del tejido adiposo induciendo la lipólisis (degradación de lípidos) y la lipogénesis (síntesis de ácidos grasos) y mediando la señalización de la adrenalina. Con la finalidad de observar los efectos del BPA en células la isoforma del receptor tiroideo alfa (TRα) que es importante para la regulación de la adipogénesis, se evaluó el efecto del tratamiento con el disruptor BPA en fibroblastos 3T3-L1 y se evaluó la expresión del receptor TRα1 durante el proceso de adipogénesis *in vitro* [5,9,10,12].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. *Cultivo y tratamiento con BPA de células de la línea 3T3-L1*

Las células de fibroblasto de ratón 3T3-L1 (CL-173™) se cultivaron en medio DMEM (medio Eagle modificado de Dulbecco) suplementado con suero fetal bovino (SFB) al 10%, penicilina 100 UI/mL y estreptomicina 100 UI/mL.

El tratamiento con 0.01 nM de BPA se realizó por 10 días durante la etapa de proliferación celular. Posteriormente, las células fueron diferenciadas hacia adipocitos, incubándolas con un mix de diferenciación que contenía DMEM, SFB 10%, penicilina 100 UI/ mL, estreptomicina 100 UI/ mL, dexametasona 10 µM, insulina 174 nM y IBMX 0.5 nM durante 48 h, posteriormente fueron incubadas con insulina en medio DMEM durante 48h y mantenidas en medio DMEM.

B. *Extracción de RNA*

A las 72h post-diferenciación, se realizó la extracción del RNA total de las células 3T3-L1 mediante el método de Trizol (Invitrogen ®).

C. *Síntesis de cDNA*

Posteriormente, se sintetizo el DNA complementario a partir del RNA total empleando el kit ADNc Script (Jena Bioscences) y el equipo mini-PCR, siguiendo el programa de la Tabla 1.

Tabla 1. Programa de síntesis de cDNA con el kit ADNc SCRIPT de dos reacciones.

Reacción	Reactivo	1x	Volumen final	Protocolo miniPCR
1	Agua (PCR)	2.6	5 µL	65°C-70°C / 5 min, posteriormente colocar en hielo.
	RNA	1.9		
	Oligo dT	0.5		
Reacción	**Reactivo**	**1x**		
2	Agua (PCR)	2	5 µL	42°C/10 min; 50°C/60 min y 70°C/10 min. Posteriormente guardar a -20 °C.
	dNTP	2		
	Buffer	0.5		
	Inhibidor	0.25		
	Retro-transcriptasa	0.25		

D. *PCR en tiempo real*

Para la evaluación de los cambios en la expresión del receptor TRα por el tratamiento con BPA, se utilizó la técnica de PCR en tiempo real (qPCR). Se emplearon los siguientes oligonucleótidos para la amplificación del TRα y los genes housekeeping (β-Actina y 36B4) (Tabla 2). Se realizó la amplificación de los genes empleando una concentración de 500 ng/µL y se prepararon las reacciones como se indica en la Tabla 3. La qPCR se realizó en el equipo StepOne™ Real-Time PCR System (Applied Biosystems).

Tabla 2. Secuencia de los primers para amplificar los genes TRα, 36B4 y B-actina.

Gen	Primer	Secuencia	Protocolo PCR en tiempo real
TRα	FWD	5´-GCTCAAGAATGGTGGCTTGG-3´	95°C/10 min; 95°C/15 s; 56°C/30 s y 72°C/30 s durante 25 ciclos.
	REV	5-TTGACGTAGTGCTCAAACGC -3	
36B4	FWD	5´-CCACGAAAATCTCCAGAGGCA -3´	95°C/10 min; 95°C/15 s; 60°C/40 s y 72°C/10 s durante 25 ciclos.
	REV	5´- TGTGATGTCGAGCACTTCAGG -3´	
β-actina	FWD	5´-TACAGCTTCACCACCACAGC-3´	95°C/10 min; 95°C/15 s; 60°C/30 s y 72°C/30 s durante 40 ciclos.
	REV	5´-TCTCCAGGGAGGAAGAGGA -3´	

Tabla 3. Reactivos empleados para una reacción de qPCR.

Reactivo	TRα	36B4	β-actina
MIX de PCR (1x)	0.3	5	5
Primer Forward (0.5 µM)	0.3	0.3	0.5
Primer Reverse (0.5 µM)	3.4	0.3	0.5
Agua (PCR)	1	5	5
cDNA (500 ng/µL)	10 µL	1	1
Volumen final		10 µL	10 µL

E. Análisis estadístico

Para determinar la expresión relativa del gen TRα1, se obtuvo el valor de CT (que indica el ciclo de inicio de la fase exponencial), y considerando que la cantidad inicial de moléculas del gen de interés en la muestra es inversamente a la intensidad de fluorescencia, los datos de CT se analizaron mediante el método $2^{-\Delta\Delta CT}$ (ciclo de corte o *cycle threshold*, por

sus siglas en inglés). Los datos se normalizaron por medio de una media geométrica.

ΔCT= CT promedio del gen de interés- CT promedio del gen de referencia (1)

ΔΔCT= CT promedio del gen calibrador (basal)- promedio del gen interés (2)

Expresión génica relativa== $2^{-\Delta\Delta CT}$ (3)

Los datos obtenidos fueron analizados mediante una prueba t-student de dos colas para comparar los cambios en la expresión génica relativa entre las muestras de los grupos basal y con tratamiento experimental, empleando el programa GraphPad Prism 9 ($p<0.05$).

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La Figura 1 se muestran las curvas de disociación (*melt curves)* de las reacciones de qPCR de las muestras de los grupos basal (A) y grupo con tratamiento de BPA (genes TRα, β-actina y 36B4). En cada una de las gráficas, se pueden observar dos curvas, donde la más baja representa el amplicón del blanco (control negativo) y la más alta pertenece al amplicón del fragmento de interés. Cada una de las curvas nos indica la temperatura de melting (Tm) en la cual 50% de las hebras de DNA están desnaturalizadas y es específica para cada secuencia en base a la composición y tamaño de la molécula. Debido a que empleamos SYBR green la lectura se realiza cuando el fluorocromo es liberado por la separación de las cadenas y se obtiene la temperatura de melting. Para la muestra basal se obtuvo una Tm de 86.03 °C y para el grupo de muestras tratadas de los genes TRα1, β-actina y 36B4, se obtuvo una Tm de 87.66 °C, 87.37 °C y 85.76 °C, respectivamente [14-16].

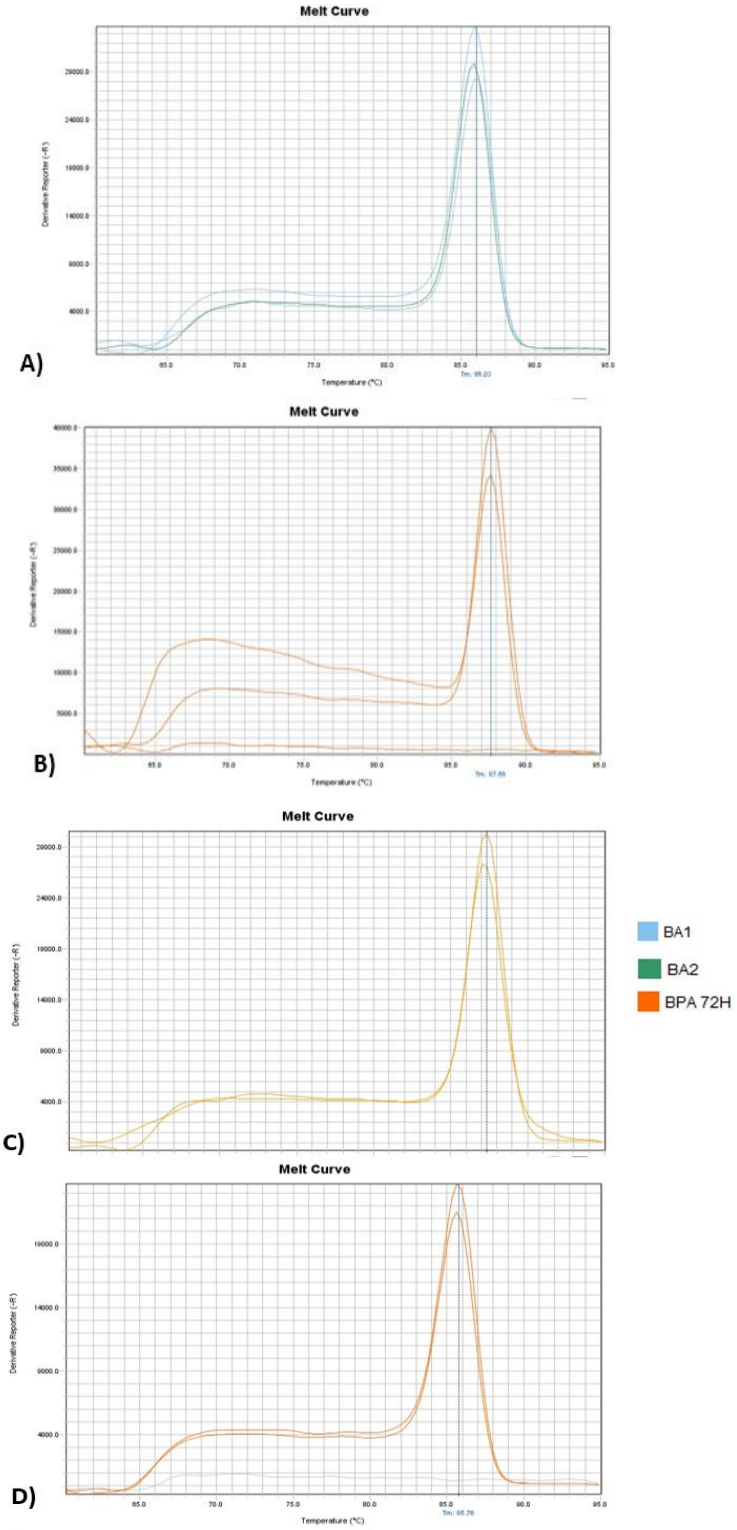


Figura 1. Curvas de disociación de TRα1, β-actina y 36B4. **A).** Grupo basal-TRα1. **B)** Grupo tratado con BPA del gen TRα1**. C)** Grupo tratado con BPA del gen β-actina**. D)** Grupo tratado con BPA del gen 36B4.

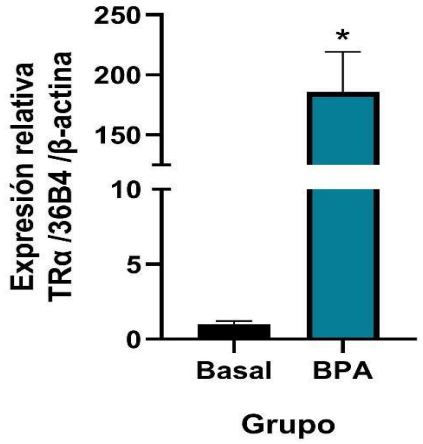


Figura 5. Expresión del TRα1 en fibroblastos 3T3-L1 tratados o sin tratamiento con BPA durante el proceso de adipogénesis.

En la Figura 5 se muestra el cambio de expresión génica entre las muestras de los grupos basal y tratados con BPA. Al analizar los resultados obtenidos mediante la prueba de t-student, se encontró una diferencia significativa entre los grupos experimentales (valor de p=0.0161). Nuestros resultados muestran un aumento en la expresión del TRα1 inducido por el tratamiento con BPA (0.01 nM), lo que resulta contrario a lo reportado en bibliografía, en este sentido, algunas investigaciones sugieren que el BPA puede reprimir la transcripción del gen TRα dependiente de la hormona tiroidea (T_3) (16), sin embargo, en otro estudio, no se observan cambios en la expresión de la forma alfa y beta (17) (Figura 5) [13-16-17].

La unión del BPA a los TR influye negativamente sobre la adipogénesis, ya que no solo activa estos receptores, sino que tambien a PPAR y RXR, que promueven la diferenciación de los adipocitos e incremento en la acumulación de lípidos en las celulas. Un aumento de TR conlleva mayor acumulación de grasa corporal y niveles elevados de glucosa e insulina. Si se presenta un aumento de TRα1 habrá una mayor acumulación de lípidos en las celulas, que puede llevar al desarrollo de hipertiroidismo y osteoporosis [18-19].

IV. CONCLUSIONES

La obesidad es un grave problema de salud en México y en las últimas décadas se ha demostrado que los disruptores endocrinos generan susceptibilidad a desarrollarla. En este proyecto se determinó que el tratamiento con dosis bajas del disruptor endocrino BPA indujo un aumento en la expresión génica del TRα1 durante el proceso de adipogénesis. Por lo que se requiere profundizar en el mecanismo molecular que subyace el efecto observado y comprender las implicaciones sobre la salud humana de la exposición al disruptor BPA.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco el apoyo técnico recibido por parte de la IBT. Cecilia Galván y la M. en C. Maritza Cuevas Cruz, así como al programa de Verano de la Ciencia UAQ 2023, por la beca recibida.

VI. REFERENCIAS.

[1] Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M. B.-G. T. C.-N. L., Bautista-Arredondo S, C. M., EB, G.-P., E, L.-P., Martinez-Barnetche J, A.-A. C., & J, R.-D. (2020). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. Resultados nacionales. Instituto de Salud Pública, 2021. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2020/doctos/informes/ensanutCovid19ResultadosNacionales.pdf

[2] Jolin, J. R., Kim, L., Vázquez-Velázquez, V., & Stanford, F. C. (2023). Re-evaluating obesity in Mexico—Lessons for the global obesity epidemic. The lancet. Diabetes & endocrinology, 11(1), 5–6. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00348-5

[3] Barquera, S., & Rivera, J. A. (2020). Obesity in Mexico: Rapid epidemiological transition and food industry interference in health policies. The Lancet. Diabetes & Endocrinology, 8(9), 746–747. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(20)30269-2

[4] Ang, Y. N., Wee, B. S., Poh, B. K., & Ismail, M. N. (2013). Multifactorial Influences of Childhood Obesity. Current Obesity Reports, 2(1), 10–22. https://doi.org/10.1007/s13679-012-0042-7

[5] Gore, A. C., Chappell, V. A., Fenton, S. E., Flaws, J. A., Nadal, A., Prins, G. S., Toppari, J., & Zoeller, R. T. (2015). EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. Endocrine Reviews, 36(6), E1–E150. https://doi.org/10.1210/er.2015-1010

[6] Diamanti-Kandarakis, E., Bourguignon, J. P., Giudice, L. C., Hauser, R., Prins, G. S., Soto, A. M., Zoeller, R. T., & Gore, A. C. (2009). Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. Endocrine Reviews, 30(4), 293-342. https://doi.org/10.1210/er.2009-0002

[7] Information (US), N. C. for B. (1998). Glands and Hormones. En Genes and Disease [Internet]. National Center for Biotechnology Information (US). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK22231/

[8] Koutaki, D., Paltoglou, G., Vourdoumpa, A., & Charmandari, E. (2021). The impact of bisphenol A on thyroid function in neonates and children: A systematic review of the literature. Nutrients, 14(1), 168. https://doi.org/10.3390/nu14010168

[9] Meeker, J. D., Calafat, A. M., & Hauser, R. (2010). Urinary bisphenol A concentrations in relation to serum thyroid and reproductive hormone levels in men from an infertility clinic. Environmental Science & Technology, 44(4), 1458–1463. https://doi.org/10.1021/es9028292

[10] Anyetei-Anum, C. S., Roggero, V. R., & Allison, L. A. (2018). Thyroid hormone receptor localization in target tissues. The Journal of Endocrinology, 237(1), R19–R34. https://doi.org/10.1530/JOE-17-0708

[11] Obregon, M.-J. (2014). Adipose tissues and thyroid hormones. Frontiers in Physiology, 5. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2014.00479

[12] Guerrero-Meza, F., Vega-Morales, P., Rubio, V., Vergara-Castañeda, H., Sánchez-Tusie, A., Solis-Sáinz, J. C., Hernández-Puga, G., & Ahumada-Solórzano, M. (2022). Los Disruptores Endocrinos Como Obesógenos Ambientales: Efectos en Proteínas Adipogénicas Clave. European Scientific Journal, ESJ, 18(27), 77. https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n27p77

[13] Salazar Montes, A. M., Sandoval Rodriguez, A. S., & Armendariz Borunda, J. S. (2013). Biología molecular: Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud. McGraw Hill Interamericana.

[14] Hernandez, Angel. (2012). Texto ilustrado e interactivo de biología molecular e ingeniería genética: Conceptos, técnicas y aplicaciones en ciencias de la salud.

[15] Mercado Michel, B. G., & Vasquez Michel, A. (2018). Estandarizacion de la PCR en tiempo real por análisis de curvas melting para la detección de tuberculosis drogoresistente. Revista CON-CIENCIA, 6(2), 111–122.

[16] Moriyama, K., Tagami, T., Akamizu, T., Usui, T., Saijo, M., Kanamoto, N., Hataya, Y., Shimatsu, A., Kuzuya, H., & Nakao, K. (2002). Thyroid hormone action is disrupted by bisphenol A as an antagonist. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 87(11), 5185-5190. https://doi.org/10.1210/jc.2002-020209

[17] Brown, J. S. (2009). Effects of Bisphenol-A and other endocrine disruptors compared with abnormalities of schizophrenia: An Endocrine-Disruption Theory of Schizophrenia. Schizophrenia Bulletin, 35(1), 256-278. https://doi.org/10.1093/schbul/sbm147

[18] Legeay, S., & Faure, S. (2017). Is Bisphenol A an environmental obesogen? Fundamental & clinical pharmacology, 31. https://doi.org/10.1111/fcp.12300

[19] Zhu, S., Pang, Y., Xu, J., Chen, X., Zhang, C., wu, bo, & Gao, J. (2022). Endocrine Regulation on Bone by Thyroid. Frontiers in Endocrinology, 13, 873820. https://doi.org/10.3389/fendo.2022.873820

Membrana selectiva de iones para cuantificación potenciométrica de potasio

Autoría

Daniel Reséndiz Jaramillo (a)*, Luis Gerardo Arriaga Hurtado (b), Janet Ledesma García (a), José Roberto Lumbreras Espinoza (c) y Ricardo Antonio Escalona Villalpando (a).

(a)División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, 76010 Santiago de Querétaro, México.

(b)Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, 76703 Querétaro, México

(c)Universidad Autónoma de Zacatecas, 98000 Zacatecas, México.

*E-mail: dresendiz40@alumnos.uaq.mx

Resumen

El potasio es uno de los macrominerales esenciales que requiere el cuerpo para funcionar adecuadamente, por lo que el monitoreo *in situ* es una herramienta importante para el control de enfermedades relacionadas con una alteración en los niveles fisiológicos de potasio en suero sanguíneo. Desarrollamos un sensor potenciométrico que tiene por objetivo detectar una anomalía en los niveles de potasio en suero sanguíneo con una buena diferenciación en las respuestas del sistema y se propone como una alternativa de bajo costo. Se utilizó una celda electroquímica con dos electrodos para medir el potencial de circuito abierto (PCA), el electrodo de trabajo fue una membrana selectiva de iones (MSI) y el electrodo de referencia y contra electrodo fue Ag/AgCl. En condiciones óptimas, este sensor mostró una respuesta lineal de 0 a 16 mM con una sensibilidad de 2.3 mM, de modo que se concluye que el sensor puede detectar un rango amplio de concentraciones de potasio para el monitoreo de este mineral en el suero sanguíneo. Este sensor supone mejorar la calidad de vida y la prevención a enfermedades crónicas e incluso fatales.

Summary

The potassium is one of the essential microminerals that the human body requires for a properly function, that is why in situ monitoring is a important tool for the control diseases related with an alteration of physiological level of potassium in blood serum. We developed a potentiometric sensor that have the objective of detecting an anomaly in the level of potassium in blood serum with a good differentiation in system responses and propose like a low-cost alternative. We used a electrochemical cell with two electrodes for measured the open circuit potential (OCP), the working electrode was a ion-selective membrane (ISM) and the reference electrode and contra electrode was Ag/AgCl. Under optimum conditions, this sensor exhibited a linear response from 2 to 16 mM with a sensibility of 2.3 mM, so that we conclude that the sensor can detect a wide range of potassium concentrations for the monitoring of this mineral in blood serum. This sensor aims to improve life quality and prevent chronic disease and almost fatalities disease.

Palabras clave

Potasio; membrana selectiva de iones (MSI); nanotubos de carbono de pared múltiple (NCPM); sensor potenciométrico.

Keywords

Potassium; ion-selective membrane (ISM); multi-walled carbon nanotubes (MWCNT's); potentiometric sensor.

Introducción

Potasio

La concentración del potasio se regula entre la cantidad ingerida y la cantidad excretada. El

equilibrio de la homeostasis es resultado de tres procesos fundamentales: la ingesta, la distribución transcelular y la eliminación renal. Se estima que, del potasio obtenido por la ingesta, 90% es absorbido por el intestino delgado y el riñón es el responsable de eliminarlo a través de la orina 80%, heces 15% y sudor 5% (Santos, 2019). La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó que la cantidad mínima de potasio que debe ingerir al día un adulto o un niño es de 3510 mg (Özbek, 2023).

Enfermedades relacionadas.

Cuando hay en el cuerpo concentraciones anormales de potasio se presentan algunas patologías tales como trastornos renales y cardiacos, presión arterial alta, anorexia, diabetes y cáncer (Özbek, 2023), además este ion se utiliza para monitorear el estatus de las personas que padecen de enfermedades como: fibrosis quística, desequilibrios electrolíticos, enfermedades renales, hipopotasemia, alcalosis, cirrosis hepática y/o aquellas que usen fármacos diuréticos (Ozer & Henry, 2022).

Métodos de cuantificación.

Actualmente existen diversos métodos clínicos para la cuantificación de potasio en diversas muestras, los más utilizados son: la fotometría de llama, cromatografía iónica, resonancia de plasmones superficiales, espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) (Ozer & Henry, 2022), cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), y espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF) (Özbek, 2023).

Membrana selectiva de iones

Las membranas selectivas de iones comúnmente utilizaban una tinta como solución de referencia lo que impedía la miniaturización del sistema. Sin embargo, hace unas décadas, se cambiaron los contactos líquidos de las membranas por contactos sólidos. Este tipo de membranas consiste en un electrodo sólido como sustrato y una membrana selectiva de iones que permite la miniaturización e integración con componentes electrónicos, por lo que es posible un monitoreo in situ y continuo (Ozer & Henry, 2022).

El objetivo del proyecto fue desarrollar un sensor de potasio basado en una membrana de ion selectiva soportada sobre MWCNT's para la detección y cuantificación potenciométrica de potasio en suero sanguíneo, ya que los niveles normales de potasio en la sangre son de 3.4 mM a 5.1 mM, el sensor debe ser capaz de medir concentraciones $\geq$ 3.3 mM y $\leq$ 5.2 mM.

Metodología

Ionóforo de potasio I grado selectóforo, tetrakis(4-clorofenilo) de potasio borato (KTClPB), bis(2-etilhexil)sebacato (DOS) con ≤97 % de pureza, tetrahidrofurano (THF), nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) de Sigma-Aldrich y poliuretano (PU) Tecoflex tipo SG80A de Tecoflex.

Fabricación de electrodos selectivos de iones:

(1) Se utilizó una solución de 1 mg mL^{-1} de MWCNT funcionalizados en etanol para modificar una tira de papel toray comercial. (2) La membrana selectiva de iones se preparó mezclando 1 mg del ionóforo de potasio I, 0.2 mg de KTClPB, 30.5 µL de DOS y 0.5 mL THF. (3) Se adicionó una capa de 10 µL de MWCNT´s. (4) Se depositó una capa de 10 µL de la ISM. (5) Se dejó secar a temperatura ambiente. Entre cada deposición se dejó secar 5 minutos.



Figura 1: Fabricación de electrodos selectivos de potasio.

Prueba de potencial de circuito abierto:

Se construyó una celda electroquímica con dos electrodos, en la que se utilizó el electrodo Ag/AgCl como electrodo de referencia y como contraelectrodo

y el electrodo selectivo de iones sintetizado como electrodo de trabajo. En un vaso de precipitado de 10 mL se vierten 5 mL de buffer de sodio con pH de 7.4 (igual al pH de la sangre) y se adicionan 20 µL de KCl 0.5M aumentar la concentración de potasio, 2 mM en cada adición, hasta llegar a 16 mM.

Resultados

En la Figura 2 se muestra a la ISM sintetizada depositada sobre una capa de MWCNT's, la cual se ubica en un extremo del electrodo y se dispersa hacia las orillas de la tira de papel toray.



Figura 2: Depositación de MWCNT's e ISM.

En la Figura 3 se muestra la respuesta de la celda electroquímica en una prueba OCP. En cada adición el potencial aumenta, lo que provoca una serie de escalones, de modo que se puede relacionar el potencial de la celda con la concentración de la muestra.

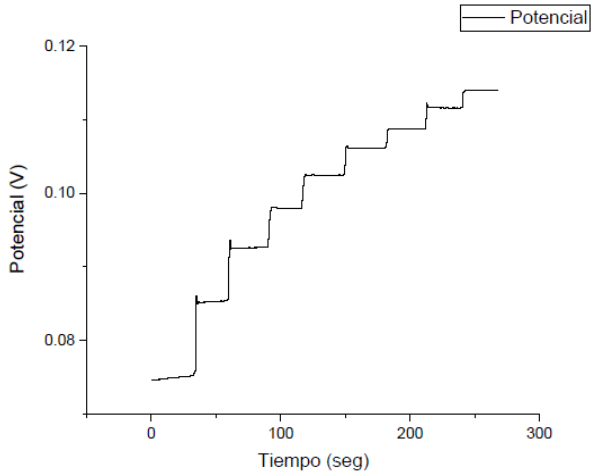


Figura 3: Respuesta de la celda en OCP variando la concentración de potasio de 0 a 16 mM.

En la Figura 4a se graficaron las concentraciones y los potenciales obtenidos y se determinó que el rango lineal del electrodo selectivo de iones es de 0 a 16 mM con una R^2 de 0.93918 y sensibilidad de 2.3 V/mM. Mientras que la Figura 4b muestra la gráfica al aplicar el logaritmo a la concentración de potasio para linealizar la gráfica y se obtuvo una R^2 de 0.99471.

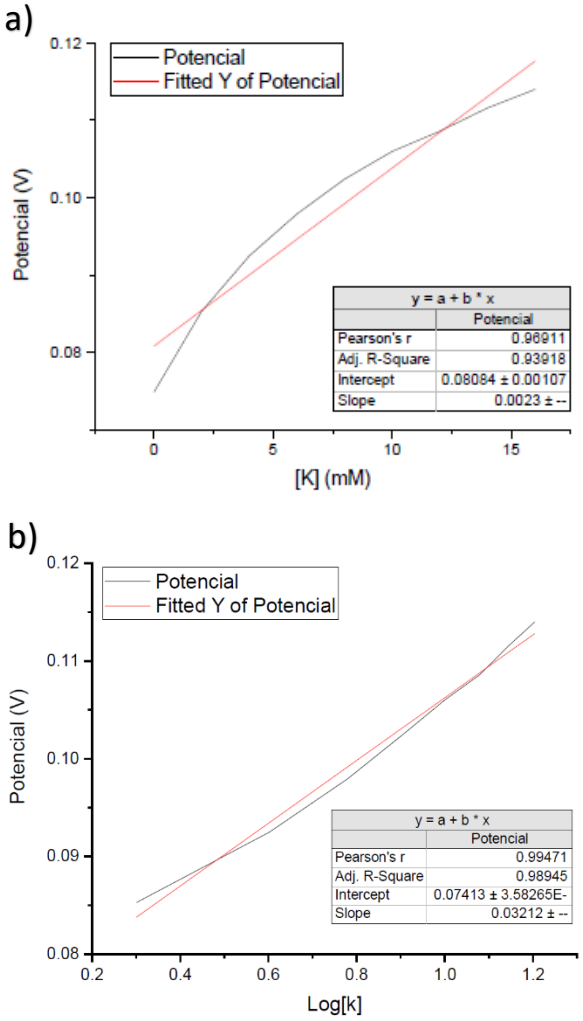


Figura 4: (a) Rango lineal y sensibilidad. (b) Linealización del rango lineal y sensibilidad.

Discusión y conclusiones

Ya que al realizar la prueba de OCP se obtuvo un potencial diferente para cada concentración de potasio, se determina que el electrodo selectivo de

iones sintetizado es sensible al potasio y a partir de este es posible desarrollar un sensor potenciométrico capaz de cuantificar la concentración de potasio en una muestra, a razón de que el potencial resultante va a ser dependiente a la concentración de potasio en el sustrato. Además, el rango lineal del electrodo abarca desde los 0 hasta los 16 mM, logrando un rango más amplio que el de los niveles fisiológicos de potasio en sangre, lo que permitirá realizar mediciones *in situ* y detectar un déficit o un superávit del macroelemento.

El desarrollo de este proyecto permitirá desarrollar un método de cuantificación de bajo costo, altamente sensible sin la necesidad de que el paciente sea un experto en el campo y sin requerir instrumental costoso, además de ser portable.

Para asegurar la selectividad del electrodo sintetizado es necesario que se realicen pruebas de interferentes para asegurar el correcto funcionamiento del sensor.

Referencias bibliográficas

Cánovas, R., Padrell Sánchez, S., Parrilla, M., Cuartero, M., & Crespo, G. A. (2019). Cytotoxicity Study of Ionophore-Based Membranes: Toward On-Body and in Vivo Ion Sensing. ACS Sensors, 4(9), 2524–2535. https://doi.org/10.1021/acssensors.9b01322

Özbek, O. (2023). A potentiometric sensor for the determination of potassium in different baby follow–on milk, water, juice and pharmaceutical samples. Journal of Food Composition and Analysis, 115(September 2022), 104937. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104937

Ozer, T., & Henry, C. S. (2022). All-solid-state potassium-selective sensor based on carbon black modified thermoplastic electrode. Electrochimica Acta, 404, 139762. https://doi.org/10.1016/j.electacta.2021.139762

Santos, A. B. (2019). Homeostasis del potasio. Monogr. Nefrol., 1(1), 10–20. www.revistanefrologia.com

Potencial antiobesogénico de una kombucha de orujo de uva

Herrera-Jr., R.[1], Luzardo-Ocampo, I.[2], Rocha-Guzmán, N.[3], Manríquez-Núñez J. [1],Ramos-Gómez, M.[1], Reynoso-Camacho, R.[1,*]

[1]Laboratorio de Bioquímica Molecular, Posgrado de Alimentos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro. Centro Universitario, Col. Cerro de las Campanas,76000, México. [2]Tecnologico de Monterrey, The Institute for Obesity Research, Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Monterrey 64849, México. [3]Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Durango, Dgo. *rrcamacho@yahoo.com.mx

Resumen

Durante los últimos años ha tenido un gran crecimiento el consumo de bebidas fermentadas debido al potencial nutracéutico que pueden ofrecer, sumado a la inclusión de nuevos extractos vegetales. Entre estas materias primas, el orujo de uva (OU) es una alternativa debido a su alto contenido de compuestos fenólicos. Considerando que la inflamación es origen de enfermedades como la obesidad, y que la ingesta de alimentos antioxidantes ayudan a coadyuvar en la prevención del riesgo a padecer estas condiciones, el objetivo de esta propuesta es desarrollar una bebida funcional tipo “kombucha” a partir de un residuo agroindustrial como el OU. Se optimizó el proceso de fermentación utilizando 10% de azúcar, OU (0.5, 1 y 2% p/v); infusión filtrada y sin filtrar y fermentada a temperatura ambiente, mostrando las características de kombucha al sexto día de fermentación y 0.5% de orujo. El contenido de compuestos fenólicos totales y de flavonoides incrementó 2 y 6 veces, respectivamente, durante la fermentación. La capacidad antioxidante incrementó hasta 3 veces (FRAP) y 4 veces (ABTS). La mayor abundancia de los compuestos fenólicos se presentó en la fermentación filtrada. La bebida tipo kombucha filtrada y sin filtrar aumenta ($p<0.05$) la inhibición de enzimas del metabolismo de carbohidratos y lípidos, la bebida sin filtrar presentó la menor concentración de NO (40%) y MDA (27%). Además, disminuyeron ($p<0.05$) los niveles de mRNA de *Il6*. Las bebidas tipo kombucha con orujo de uva presentan potencial para ser utilizada con posibles beneficios antiobesogénicos. **Palabras clave:** Subproductos, fermentación, obesidad.

Abstract

Recently, the consumption of fermented beverages has significantly grown due to its nutraceutical potential, in addition to the inclusion of new plant extracts. Among these raw materials, grape pomace (PU) is an alternative due to its high content of phenolic compounds. Considering that inflammation is the origin of diseases such as obesity, and that the intake of antioxidant foods aims preventing the risk of having these conditions, the objective of this proposal was to develop a functional "kombucha"-type beverage from agro-industrial wastes such as PU. The fermentation process was optimized using 10% sugar, pomace (0.5, 1, and 2% w/v); filtered and unfiltered infusion and fermented at room temperature, showing the characteristics of kombucha on the sixth fermentation day and 0.5% w/v PU. Total phenolic compounds and flavonoids contents increased by 2 and 6-fold, respectively during fermentation. The antioxidant capacity increased up to 3-fold (FRAP) assay and 4-fold (ABTS). The highest abundance of phenolic compounds wa found in the filtered fermentation. The filtered and unfiltered kombucha-type beverages increased ($p<0.05$) the inhibition of carbohydrate and lipid metabolism’s enzymes, and the unfiltered beverage had the lowest NO (40%) and MDA (27%) concentrations. In addition, *Il6 mRNA* levels also decreased ($p<0.05$). Kombucha-type beverages with PU kombucha have the potential to be used with feasible antiobesogenic benefits.**Keywords:** By-products, fermentation, obesity

Introducción.

De acuerdo a los datos obtenidos por la Secretaria de Salud en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) en 2018 el consumo de bebidas

endulzadas (en las que se incluyen café y té con azúcar, agua de frutas y refrescos) aumentó hasta un 85.8 % en personas de 20 años o más. El consumo de estas bebidas azucaradas contribuyen a la prevalencia de trastornos metabólicos como la obesidad debido a la alta carga calórica que contienen en una sola porción. Esto produce un rápido aumento de los niveles de glucosa e insulina en sangre, y puede contribuir a una menor sensibilidad a la insulina y al desarrollo de dislipidemia (Singh et al., 2015). A su vez, todas estas alteraciones producen un estado de inflamación crónica.

En la obesidad, los macrófagos son las células inmunitarias que se infiltran en el tejido adiposo, conformando un grupo funcional y numéricamente dominante. En ratones sin obesidad, aproximadamente el 10-15% de las células expresan el marcador de macrófagos F4/80, mientras que el 45-60% de las células del tejido adiposo de los animales con obesidad son F4/80, indicando que la obesidad altera la proporción entre macrófagos y adipocitos (Chawla et al., 2011). Estas células tienen una función central en la regulación de la respuesta inflamatoria y están directamente relacionados con procesos autoinflamatorios, que son un factor contribuyente en el desarrollo de la obesidad (Saqib et al., 2018). Por lo tanto, existe una necesidad de desarrollar productos novedosos, seguros, asequibles y muy eficaces para el tratamiento de la inflamación y prevención de la obesidad.

La kombucha (KOM) es una bebida fermentada con un consorcio simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY). Después de la fermentación, la kombucha es un cóctel de compuestos bioactivos incluidos los polifenoles, ácidos orgánicos, fibra, aminoácidos, vitamina C y varias del complejo B, sustancias antibióticas y enzimas hidrolíticas (Jayabalan et al., 2014). Debido a ello, se le atribuyen diferentes propiedades funcionales como el potencial antiinflamatorio y antioxidante (Vázquez-Cabral et al., 2017). La kombucha es popular en diferentes países, incluido México. Esta es considerada uno de los productos de más rápido crecimiento en el mercado de bebidas funcionales y fermentadas más populares del mundo (Liu et al., 2022). Varios sustratos de fermentación han sido utilizados para la elaboración de Kombucha, siendo el té (*C. sinensis*) el más popular, y en los últimos años se han explorado nuevos sustratos que puedan aportar propiedades funcionales.

El orujo de uva (OU) es un subproducto agroindustrial de la industria vinícola, que contiene una cantidad importante de compuestos fenólicos, siendo principalmente ácidos hidroxicinámicos, flavonoides (mayoritariamente antocianinas), así como proantocianidinas (Beres et al., 2017). Debido a su composición, este puede ser usado como sustrato para la elaboración de bebidas tipo kombucha. En el grupo de trabajo se ha evaluado el potencial del OU como ingrediente funcional para el control de glucosa en sangre, disminución de la resistencia a la insulina y la inflamación, entre otros beneficios (Martinez-Meza et al., 2023). En este proyecto se planteó desarrollar una bebida tipo kombucha a base de orujo de uva y evaluar su capacidad antioxidante, propiedades antiinflamatorias e inhibición de enzimas digestivas.

Metodología.

1. Caracterización de los orujos de las diferentes variedades.

Se evaluaron 4 orujos de diferentes variedades de uva, a los que se les determinaron los compuestos fenólicos totales por el método de Folin Ciocalteu (Singleton et al., 1999) y flavonoides totales (Heimler et al., 2006). Los polifenoles hidrolizables fueron determinados por un método de hidrólisis ácida e hidrólisis básica (Zurita et al., 2012), y después de la hidrólisis se determinaron los compuestos fenólicos totales (Singleton et al., 1999). Las proantocianidinas no extraíbles fueron cuantificadas por el método de Zurita et al. (2012).

2. Proceso de fermentación

Se preparó kombucha (KOM) siguiendo el método estandarizado de Diez-Ozaeta & Astiazaran (2022), con adaptaciones. Se obtuvo una infusión utilizando 5, 10 y 20 g de orujo de uva (OU) por litro de agua a 95 °C con agitación constante durante 10 min. Se consideraron dos condiciones de infusión: filtrada y sin filtrar. Para la preparación de la kombucha, se

agregaron 100 g de azúcar de caña, 100 mL de cultivo iniciador (fermentación previa) y 25 g del consorcio de bacterias y levaduras (SCOBY) a un litro de infusión. La fermentación se llevó a cabo en un recipiente de vidrio a temperatura ambiente durante 1, 3, 5, 6, 7, 9 y 11 días. Posteriormente, se realizaron análisis de las propiedades fisicoquímicas de las bebidas fermentadas.

3. Propiedades fisicoquímicas de las bebidas

El pH se determinó potenciométricamente por el método NMX-F-317-S-1978 y la acidez titulable por el método 942.15, AOAC. Para los sólidos solubles, se empleó un refractómetro

4. Contenido de compuestos fenólicos de las bebidas

Se determinaron los compuestos fenólicos totales por el método de Folin Ciocalteu (Singleton et al., 1999) y flavonoides totales (Heimler et al., 2006).

5. Perfil de compuestos polifenólicos por UPLC-ESI-Q-ToF MS

El perfil se determinó de acuerdo a los reportado por Reynoso-Camacho et al. (2021).

6. Capacidades antioxidantes de las bebidas

La capacidad antioxidante se determinó por los métodos de ABTS (Re et al., 1999) y FRAP (Benzie & Strain, 1996).

7. Efecto antiinflamatorio *in vitro*

Se determinó utilizando macrófagos murinos RAW264.7 (ATCC® TIB-71™) estimulados con lipopolisacáridos (LPS). Los macrófagos se cultivaron a 37 ºC, atmósfera humidificada al 5 % CO_2 cultivados con medio Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM, Gibco), adicionado con 10 % suero fetal bovino (Gibco), 1 % antibióticos (Gibco) y 1.5 g $NaHCO_3$/L (Sigma-Aldrich). Una vez lograda la confluencia (70-80 %), las células fueron sembradas en placas de 96 pozos (1 x 10^4 células/pozo) durante 24 h. Las células se trataron con 1 µg/mL LPS (Sigma-Aldrich) y diferentes concentraciones de KOM. A las 24 h, se procedió a cuantificar viabilidad celular por medio del bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-dimetiltetrazolio (MTT). Se cuantificaron los nitritos por medio de la reacción de Griess y contenido de ácido tiobarbitúrico (MDA). Los niveles de mRNA de *Il1* e *Il6* se cuantificaron utilizando PCR en tiempo real de RNA extraído de los macrófagos.

8. Inhibición de enzimas digestivas.

Para la inhibición de la α-amilasa, se mezcló α-amilasa tipo IV con una muestra o un control positivo junto con almidón y se utilizó DNS para cuantificar azúcares. La absorbancia se midió a 520 nm incluyendo un control positivo (acarbosa). Para la inhibición de la α-glucosidasa, se mezcló la muestra con α-glucosidasa y p-nitrofenil-alfa-D-glucopiranósido como sustrato, y la absorbancia se leyó a 405 nm. El control positivo fue acarbosa. Finalmente, para la inhibición de la lipasa, se mezcló la muestra con aceite de oliva y una solución de PBS con lipasa pancreática. Se utilizó Orlistat como control positivo. Se cuantificaron los ácidos grasos liberados mediante una titulación de NaOH 0.05 M. Para todas las enzimas, los resultados fueron expresados como porcentajes de inhibición respecto al control positivo.

9. Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como la media ± desviación estándar (DE) de al menos dos experimentos independientes, realizados en triplicado. Las diferencias se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA). En el caso de datos que cumplieron con la normalidad, se aplicaron pruebas t-Student o Tukey-Kramer, considerando las diferencias significativas cuando $p<0.05$, utilizando el software Minitab v. 19.2 (Minitab LLC, State College, PA, Estados Unidos).

Resultados

Los OU de las variedades Syrah y Merlot presentaron las mayores concentraciones de compuestos fenólicos totales y flavonoides, siendo Syrah la que mostró el mayor contenido de antocianinas ($p<0.05$). Por otro lado, el orujo de la variedad Tempranillo mostró bajas concentraciones de la mayoría de los compuestos fenólicos. Por último, Syrah destacó también por mostrar la mayor concentración de compuestos

fenólicos no extraíbles, seguida de la variedad Malbec (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de compuestos fénolicos extraibles y no extraibles en diferentes variedades de orujo de uva.

ledad	Syrah	Merlot	Malbec	Tempranillo
COMPUESTOS FENÓLICOS EXTRAÍBLES				
puestos os totales EAG/g)	42.34 ± 0.06b	49.47 ± 2.09a	28.45 ± 0.18c	15.53 ± 0.63d
noides tales ECAT/g)	28.05 ± 1.4a	33.20 ± 0.81a	14.26 ± 1.46b	2.98 ± 0.35c
cianinas méricas EC3G/g)	3.23 ± 0.2a	1.22 ± 0.16c	2.13 ± 0.23b	2.65 ±0.12b
cianidinas raíbles EPA/g)	82.65 ± 3.85a	28.51 ± 1.19b	21.92 ± 1.15c	32.06 ± 0.01b
COMPUESTOS FENÓLICOS NO EXTRAÍBLES				
cianidinas traíbles EPA/g)	169.01 ± 0.90a	86.42 ± 0.66c	128.57 ± 1.41b	52.34 ± 0.83d
enoles lizables sis básica) EAG/g)	33.08 ± 0.59a	28.10 ± 1.72b	12.63 ± 1.28c	6.31 ± 0.28d
enoles lizables sis ácida) EAG/g)	71.71 ± 0.08a	52.01 ± 2.80b	44.20 ± 5.85c	41.22 ± 3.68c

Letras diferentes por filas representan diferencias significativa ($p<0.05$) mediante la prueba de Tukey-Kramer.

En la Figura 1 se observa que las infusiones de orujo de uva al 0.5% y 1% p/v promovieron la adaptación del consorcio, ya que se registró un aumento de su peso con el tiempo. En contraste, la infusión sin filtrar al 2% no mostró un incremento en el peso del consorcio.

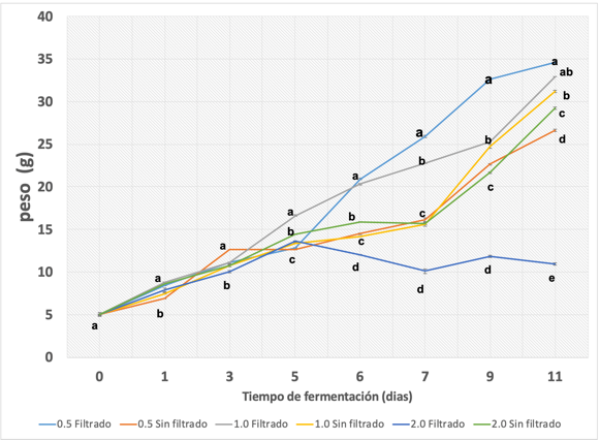


Figura 1. Peso del consorcio durante el proceso de fermentación. Letras diferentes entre muestras por cada tiempo de fermentación representan diferencias significativas ($p<0.05$) por la prueba de Tukey-Kramer.

En productos fermentados, el monitoreo del pH (Figura 2), la acidez titulable (AT) (Figura 3) y los grados Brix (ºBx) (Figura 4) son variables críticas que indican la calidad del producto final. En este estudio, todas las bebidas presentaron una disminución del pH y de los °Bx, así como un aumento en el % AT. La infusión al 2% p/v mostró el mayor %AT, lo que podría influir en la aparición de sabores no deseados. Los °Bx presentaron diferencias significativas entre la infusión filtrada y sin filtrar desde la semana 5 a la 11, al 1% y 2% p/v, siendo menores en la infusión sin filtrar. Después de 6 días de fermentación y al 0.5% p/v de orujo, se obtuvo una bebida que cumple con las características de una KOM según las normativas internacionales.

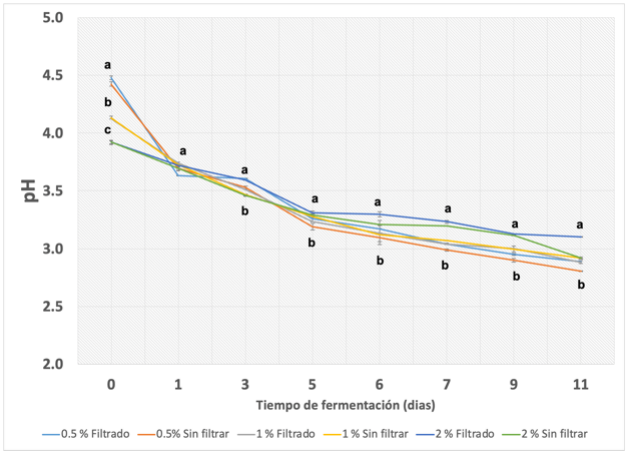


Figura 2. Cambios de pH durante la fermentación de las infusiones de orujo de uva a diferentes concentraciones. Letras diferentes entre muestras por cada tiempo de fermentación representan una diferencias significativas ($p<0.05$) mediante la prueba de Tukey-Kramer.

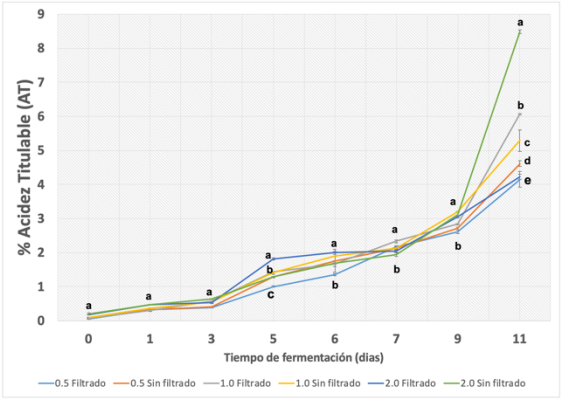


Figura 3 Acidez titulable de las infusiones de orujo de uva durante la fermentación. Letras diferentes entre muestras por cada tiempo de fermentación representan diferencias significativas ($p<0.05$) por la prueba de Tukey-Kramer.

Como se puede apreciar en la Figura 5, a lo largo del proceso de fermentación, los niveles de compuestos fenólicos en la bebida filtrada aumentan aproximadamente dos veces, y los de flavonoides hasta seis veces. Contrariamente, el contenido de

antocianinas disminuye en un 40% en las bebidas fermentadas.

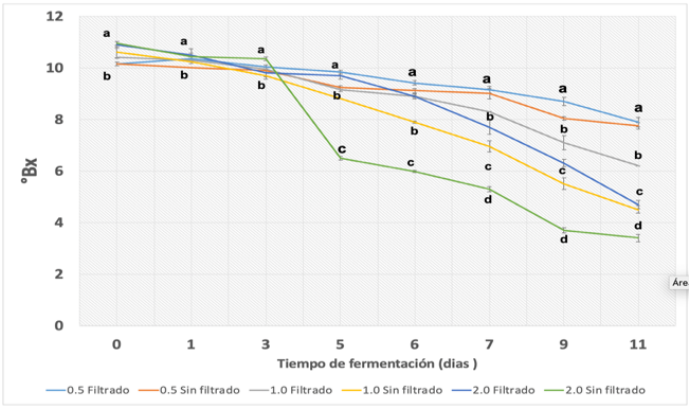


Figura 4. Cambios de °Bx durante la fermentación de las infusiones de orujo de uva a diferentes concentraciones. Letras diferentes entre muestras por cada tiempo de fermentaciónrepresentan diferencias significativas ($p<0.05$) por la prueba de Tukey-Kramer

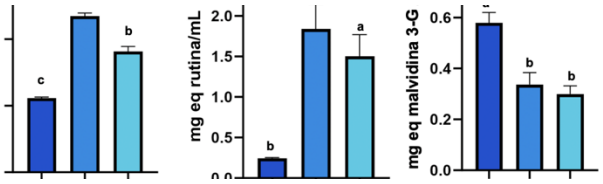


Figura 5. Concentración de compuestos fenólicos la infusión en el análogo de kombucha con 0.5% de orujo de uva filtrada (F) y sin filtrar (SF). Letras diferentes entre muestras representan diferencias significativas ($p<0.05$) por la prueba Tukey-Kramer. AG: Ácido gálico.

Se llevó a cabo un análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) para evaluar el contenido de compuestos en las bebidas. El PLS-DA tiene el propósito de identificar patrones o diferencias entre grupos o tratamientos. En la Figura 6, se muestran los compuestos con los puntajes de Proyecciones de Importancia de Variable (VIP) más elevados en el análisis de PLS-DA. Se observa que la mayor abundancia de estos compuestos se encuentra en la bebida fermentada filtrada, seguida de la infusión sin filtrar, mientras que la bebida control presentó una concentración significativamente menor.

En el mapa de calor (heat map) se visualiza la cantidad de compuestos encontrados en cada tratamiento (Figura 7). Se aprecia que la bebida sin filtrar exhibe una concentración más alta de compuestos que no estaban presentes en la bebida control antes de la fermentación, lo que sugiere la formación de nuevos compuestos durante la fermentación. En contraste, se observa una reducción en la concentración de compuestos en la bebida filtrada que se encontraban la infusión original, entendiendo que ocurre una degradación de estos.

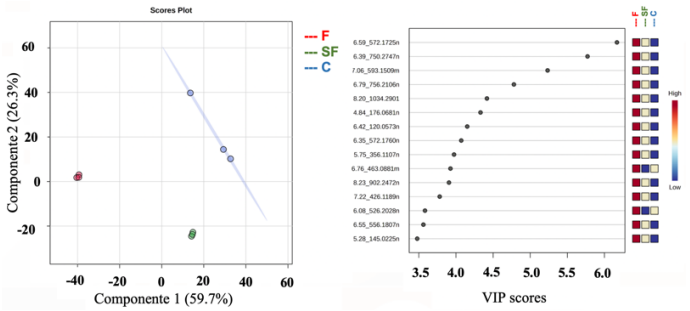


Figura 6. Análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) de los compuestos de la infusión sin fermentar (C), la bebida fermentada filtrada (F) y sin filtrar (SF).

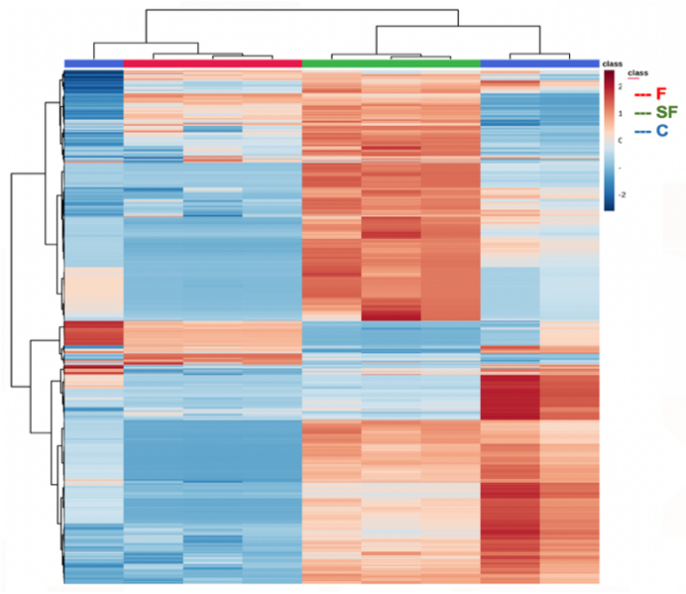


Figura 7. Mapa de calor (Heatmap) de la abundancia relativa de los compuestos encontrados en la infusión sin fermentar (C), la bebida fermentada filtrada (F) y sin filtrar (SF).

La Figura 8 muestra la capacidad antioxidante evaluada mediante los ensayos ABTS y FRAP. Se observa un incremento significativo en las bebidas fermentadas, siendo más importante en el caso de la infusión sin filtrar, especialmente en el ensayo ABTS.

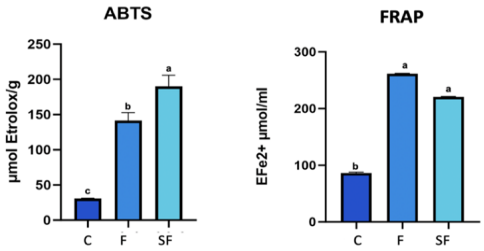


Figura 8. Determinación de la capacidad antioxidante de la infusión sin fermentar (C), la bebida fermentada filtrada (F) y sin filtrar (SF). Letras diferentes representan diferencias significativas ($p<0.05$) entre muestras por la prueba Tukey-Kramer.

Para la evaluación del estado inflamatorio en macrófagos, inicialmente se evaluó la viabilidad celular mediante el ensayo MTT, que se basa en la actividad mitocondrial. La Figura 9 muestra que la bebida control mantuvo una viabilidad celular >80% cuando las células fueron expuestas a las diferentes concentraciones. Particularmente, las bebidas fermentadas (2.5 y 5 mg/mL) incrementaron el porcentaje de viabilidad. La infusión y la bebida fermentada no redujeron el porcentaje de viabilidad, indicando que no son citotóxicas.

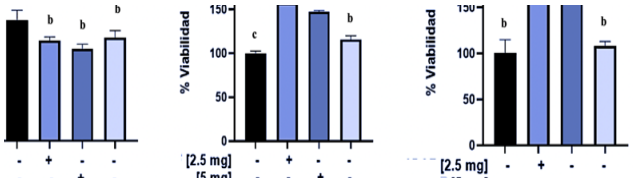


Figura 9. Viabilidad celular (MTT). Letras diferentes representan diferencias significativas ($p<0.05$) entre muestras por la prueba Tukey-Kramer.

El óxido nítrico, producido por los macrófagos en respuesta a la inflamación inducida por LPS, es un marcador de inflamación que se mide indirectamente por medio de la concentración de nitritos en el medio. Se observó que la infusión redujo el contenido de nitritos en un 7% en todos los niveles de concentración evaluados. En cambio, la bebida filtrada no mostró ningún efecto, mientras que la bebida sin filtrar tuvo un efecto reductor de hasta el 39%, con la dosis de 10 mg (Figura 10).

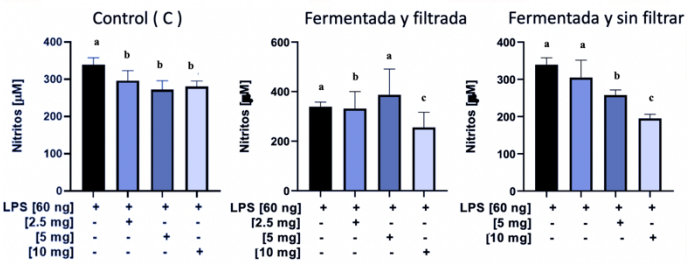


Figura 10. Cuantificación de óxido nítrico (NO) de la infusión sin fermentar (C), la bebida fermentada filtrada (F) y sin filtrar (SF).Letras diferentes representan diferencias significativas ($p<0.05$) entre muestras por la prueba Tukey-Kramer.

Otro parámetro para evaluar fue la peroxidación lipídica, utilizando malondialdehído (MDA) como marcador. El MDA se forma en el organismo a través de la peroxidación de ácidos grasos poliinsaturados y se asocia con la iniciación de procesos inflamatorios. En este estudio, los diversos tratamientos disminuyeron los niveles del MDA (Figura 11a).

Las interleucinas IL-6 e IL-1 se emplean como indicadores de inflamación. En la Figura 11b se observa que todas las bebidas presentaron una reducción en los niveles de *Il6*, siendo más pronunciada en la infusión con una disminución del 54%, mientras que las bebidas fermentadas mostraron una disminución de alrededor del 30%. En el caso de la *Il1*, se registró un resultado inesperado, ya que ambas bebidas fermentadas presentaron una mayor concentración de este transcrito (Figura 11c). Esto podría atribuirse a la presencia de bacterias y levaduras, tanto del orujo como del proceso de fermentación del SCOBY, ya que se ha reportado que esta proteína se expresa en presencia de alérgenos.

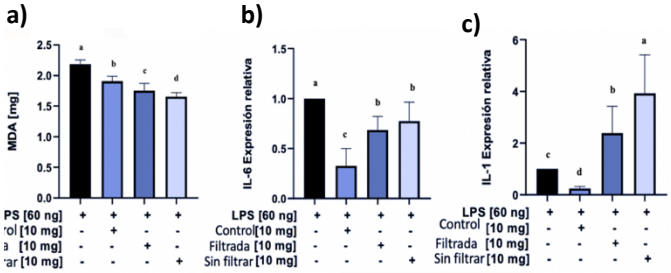


Figura 11. Contenido de MDA (a) y expresión relativa de IL-6 (b) e IL-1 (c) de la infusión sin fermentar (C), la bebida fermentada filtrada (F) y sin filtrar (SF). Letras diferentes representan una diferencia significativa con la prueba de Tukey con un intervalo de significancia de 0.05

Respecto a las enzimas digestivas, la lipasa pancreática es una enzima involucrada en la degradación de triglicéridos en el intestino para su posterior absorción. En cuanto a las enzimas amilasa y glucosidasa, estas están relacionadas con la degradación de carbohidratos. Las bebidas fermentadas y sin fermentar incrementaron la inhibición de las 3 enzimas, principalmente para α-glucosidasa, seguido de α-amilasa y con menor efecto sobre lipasa, sin diferencias significativas por el proceso de filtración (Figura 12). Estos hallazgos sugieren que las bebidas de tipo KOM podrían reducir la absorción de carbohidratos y lípidos en el intestino.

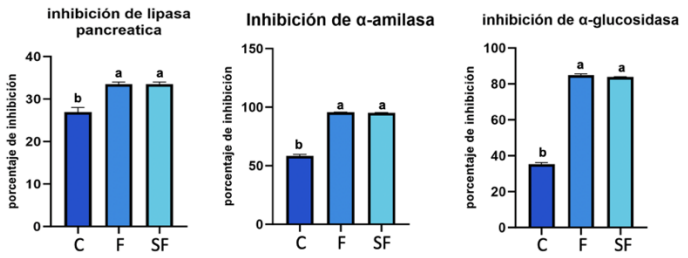


Figura 12. Inhibición de lipasa pancreática, amilasa y glucosidasa de la infusión sin fermentar (C), la bebida fermentada filtrada (F) y sin filtrar (SF). Letras diferentes representan una diferencia significativa mediante una prueba Tukey con un intervalo de significancia de 0.05

Discusiones y conclusiones

Los compuestos fenólicos han sido ampliamente estudiados por sus efectos antioxidantes, y antiinflamatorios. En este contexto, resulta útil conocer estas propiedades en las bebidas fermentadas, ya que esto es un enfoque terapéutico actual para alimentos recomendados en el control de la obesidad (Su et al., 2023).

Primero se caracterizaron los orujos de diferentes variedades de uva. La variedad tempranillo presentó la menor concentración de la mayoría de estos fitoquímicos en comparación con el resto de las variedades (Cuadro 1). Mientras que Syrah y Merlot presentaron la mayor concentración de compuestos fenólicos extraíbles y Syrah mostró la mayor concentración de compuestos fenólicos no extraíbles, estos últimos compuestos han cobrado gran interés debido a que son resistentes a la digestión en el tracto gastrointestinal y, en cambio, llegan al colon, donde son sometidos a procesos de fermentación por la microbiota. Estos procesos involucran diferentes reacciones, lo que resulta en la liberación de los compuestos fenólicos, ya sea en su forma original o como derivados, como ácidos hidroxifenilacético e hidroxifenilvalérico, entre otros (Martins et al., 2022). Los resultados obtenidos de la cuantificación se encuentran dentro del rango reportado para las variedades Malbec, Syrah y Garnacha con polifenoles extraíbles entre 19.2 y 56.7 mg/g, mientras que los fenólicos no extraíbles se encuentran entre 59.2 y 111 mg/g (Martínez-Meza y col., 2023). Sin embargo, en nuestro estudio encontramos en algunos casos concentraciones mayores. De las cuatro variedades analizadas, la variedad Syrah fue la que presenta un contenido más alto de ambos compuestos fenólicos, por lo que fue seleccionada para trabajar en la elaboración de análogos de kombucha.

Durante el proceso de elaboración de kombucha, la formación de fibrillas de celulosa y su ensamblaje en estructuras más elaboradas conduce a la creación de una nueva biopelícula en la superficie. Esta biopelícula incrementa su espesor a medida que progresa el período de fermentación y por lo tanto el aumento de su peso es un indicativo de la adaptación que tienen los microorganismos al sustrato que se empleó para la fermentación, como fue el caso de la infusión de orujo de uva (Esa et al., 2014). Se observó que la infusión de orujo de uva al 0.5% y 1% p/v favorecen la adaptación del consorcio, ya que su peso aumentó de forma considerable con respecto al tiempo. En contraste, la infusión sin filtrar al 2% p/v no presentó un incremento importante del peso. De igual forma, en un producto fermentado el monitoreo del pH, acidez titulable (AT) y grados brix (°Bx) son variables importantes para considerar, ya que indican la calidad del producto final. La infusión al 2% p/v de OU presentó un elevado %AT y bajo pH, lo que podría provocar sabores no deseables debido a la alta cantidad de ácido acético formado durante el proceso de fermentación. Los °Bx mostraron una disminución más acentuada para la infusión filtrada y sin filtrar al 1 y 2 % p/v de OU, mostrando menores °Bx en la infusión sin filtrar (Figura 4). De acuerdo con, estos resultados a los 6 días de fermentación se obtiene una bebida con características similares a la de una

kombucha de acuerdo con lo reportado en la literatura. El pH de las kombuchas estudiadas disminuyó drásticamente con un aumento concomitante de la acidez titulable durante la fermentación. El incremento en la AT corresponde a la generación de ácidos orgánicos por el metabolismo de microorganismos fermentadores. La acidez puede variar en los diferentes procesos de fermentación de la kombucha, debido a diversos factores como la diferencia de poblaciones microbianas del SCOBY y el sustrato utilizado. La principal causa de la disminución del pH está relacionada con la producción de algunos ácidos orgánicos como el ácido acético, ácido glucurónico y ácido glucónico Como resultado del tiempo de fermentación, el pH resultante puede variar entre 2.5 y 4.2, este tiende a descender más rapidamente durante los tres primeros días debido a la producción de ácidos. Luego, los cambios en el pH se vuelven menos considerables. Un pH de ~3.0 es utilizado como valor de referencia para determinar el fin del proceso y se ha comprobado que la calidad sensorial de la KOM a este pH es adecuada. (Estrada et al., 2023).

Durante la fermentación, se liberan pequeñas moléculas con mayor actividad antioxidante debido a la despolimerización de complejos poliméricos fenólicos, lo que explica el aumento del contenido total de compuestos fenólicos de la KOM y, por lo tanto, de su capacidad antioxidante (Su et al., 2023). Estos resultados son similares a los reportados en otro estudio, donde el contenido fenólico total de la KOM de uva roja aumentó significativamente, hasta un 40% al sexto día (Ayed et al., 2016). Por otro lado, se observó una disminución de hasta un 48% en el contenido de antocianinas en la bebida sin filtrar, lo que se puede deber a que estas fueron hidrolizadas por enzimas microbianas. Durante las primeras etapas de la fermentación se genera etanol el cual puede promover la polimerización de las antocianinas, así como la reacción de las antocianinas con los flavonoides. También se ha demostrado que el metabolismo de las enzimas de los microorganismos puede conducir a la degradación de antocianinas (Wu et al., 2017). En el mapa de calor (heatmap), donde se observa la abundancia de los compuestos encontrados por tratamiento, la bebida sin filtrar presenta una mayor concentración de compuestos que no estaban presentes en la bebida control. De manera contraria, se presenta una disminución de compuestos en la bebida filtrada comparada con la infusión. Se observó un incremento en la concentración de compuestos polifenólicos en el análogo de KOM, concordando con lo reportado en otros estudios. Este incremento puede deberse a la degradación de polifenoles complejos en componentes de bajo peso molecular por acción de algunas enzimas liberadas por los microorganismos presentes en el consorcio de KOM durante la fermentación. La hidrólisis de los polifenoles probablemente es causada por enzimas extracelulares como la tanasa, fitasa, α-galactosidasa y β- galactosidasa, producidas por diversas levaduras y bacterias (Wu et al., 2017).

Las capacidades antioxidantes medidas mediante los ensayos de FRAP y ABTS incrementaron hasta 4 veces más para las bebidas fermentadas sin filtrar por el ensayo de ABTS y de hasta 3 veces más para la bebida fermentada y filtrada por el ensayo FRAP. Estos resultados sugieren que durante la fermentación se generan compuestos con mayor capacidad de donar protones. Varios estudios han demostrado que las propiedades antioxidantes se potencian durante la fermentación (Pure et al., 2017).

Por otro lado, los macrófagos modulan la respuesta inflamatoria y están estrechamente vinculados a procesos autoinflamatorios que contribuyen al desarrollo de enfermedades crónicas de naturaleza inflamatoria como la obesidad (Saqib et al., 2018). Estas células son capaces de secretar cantidades significativas de óxido nítrico (NO), lo que desencadena señales moleculares transmembrana con potencial para dañar los tejidos y órganos circundantes durante el proceso inflamatorio (Ren et al., 2023). La estimulación de los macrófagos con lipopolisacárido (LPS) puede potenciar la producción de NO y desencadena un proceso de inflamación en las células RAW 264.7. En nuestro estudio, se observó una notable inhibición en la producción de NO en las células RAW 264.7 tratadas con LPS. Específicamente, el pretratamiento con una bebida fermentada sin filtrar, en una dosis de 10 mg/mL, resultó en una disminución significativa en la

producción de NO ($p < 0.05$) en comparación con el grupo de LPS. Estos hallazgos sugieren que el análogo de KOM de orujo de uva posee el potencial de inhibir la liberación de NO y atenuar la respuesta inflamatoria inducida por los LPS. (Figura 10). El daño ocasionado por la peroxidación de lípidos poliinsaturados en las membranas celulares y organelos, causado por especies reactivas de oxígeno, conlleva a la producción de un aldehído altamente reactivo denominado Malondialdehído (MDA). Este compuesto reacciona con el ácido tiobarbitúrico (TBA) para formar un producto coloreado (TBA-MDA), que puede cuantificarse mediante espectrofotometría (Basu et al., 2021). En este estudio, se observó una disminución significativa de este marcador en las células tratadas con la bebida fermentada, tanto en su versión filtrada como sin filtrar, con una reducción de hasta un 28% en este último caso. Este efecto puede estar asociado a la presencia de compuestos con capacidad antioxidante en la bebida. Por otro lado, los macrófagos son capaces de liberar citoquinas proinflamatorias y mediadores inflamatorios, como la interleucina-1 (IL-1), la interleucina-6 (IL-6) y el NO, lo que contribuye al daño celular (Saqib et al., 2018). En este estudio, se observó una reducción estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en la producción de mRNA de *Il6* en las células tratadas con las bebidas fermentadas, ya sea filtradas o sin filtrar. Investigaciones previas han sugerido que la fermentación puede potenciar la actividad antiinflamatoria al convertir compuestos fenólicos en moléculas de menor peso molecular y aumentar sus concentraciones. Nuestros hallazgos son concordantes con los resultados previamente documentados para un análogo de kombucha elaborado a partir de *Quercus resinosa*, en el cual se observó una disminución significativa en los niveles de citocinas proinflamatorias, incluyendo IL-6. Además, se observó una reducción en la producción de óxido nítrico (NO) en las células tratadas con kombucha en comparación con los macrófagos estimulados con lipopolisacárido (LPS) (Vázquez-Cabral et al., 2017).

Finalmente, respecto a las enzimas digestivas, la lipasa pancreática es una enzima relacionada con la degradación de triglicéridos en el intestino para su absorción y la inhibición de esta enzima fue mayor en las bebidas fermentadas. Para el caso de las enzimas amilasa y glucosidasa relacionadas con la degradación de carbohidratos, se presentó una disminución de estas enzimas. No se observaron diferencias entre la bebida filtrada y sin filtrar (Figura 12). Estos resultados sugieren que las bebidas tipo kombucha podrían disminuir la absorción de carbohidratos y de lípidos intestinales. Los resultados coinciden con investigaciones previas que muestran un aumento en la actividad inhibitoria de la α-amilasa durante la fermentación, posiblemente debido al incremento en el contenido total de compuestos fenólicos como resultado de este proceso. Se ha reportado una inhibición *in vitro* de la α-amilasa y la α-glucosidasa en kombuchas de té verde, negro y oolong (Watawana et al., 2018). Estos resultados sugieren que estas bebidas tendrían un potencial para disminuir la absorción de almidón y triglicéridos.

En conclusión, en este estudio, se establecieron las condiciones óptimas de fermentación para la producción de una bebida análoga a la KOM utilizando un subproducto vitivinícola, el orujo de uva. Durante el proceso de fermentación, se observó un aumento significativo en la concentración y el perfil de compuestos fenólicos en las bebidas, lo que resultó en mayores capacidades antioxidantes, disminución de niveles inflamatorios medidos por los niveles de óxido nítrico (NO), malondialdehído (MDA) e *Il6*. Adicionalmente, las bebidas son capaces de inhibir enzimas digestivas de almidón y triglicéridos. Este estudio demostró que el orujo de uva es una alternativa prometedora para la preparación de bebidas tipo kombucha con potenciales beneficios a la salud.

Referencias bibliográficas

Ayed, L., Abid, S. B., & Hamdi, M. **(2016).** Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha Consortium. Annals of Microbiology, 67(1), 111-121. https://doi.org/10.1007/s13213-016-1242-2

Basu, D., Adhya, D. G., Sinha, R. K., & Chakravorty, N. **(2021)**. Role of malonaldehyde as a surrogate biomarker for iron overload in the B-thalassemia patient: a systematic meta-analysis. Advances in Redox Research, 3, 100017. https://doi.org/10.1016/j.arres.2021.100017

Benzie, I. F., & Strain, S. **(1996)**. The ferric reducing Ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant power": the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239(1), 70-76. https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292

Beres, C., Costa, G. N., Cabezudo, I., Da Silva-James, N. K., Teles, A. S. C., Cruz, A. P. G., Mellinger-Silva, C., Tonon, R. V., Cabral, L. M. C., & Freitas, S. P. **(2017)**. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: a review. Waste Management, 68, 581-594. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.017

Chawla, A., Nguyen, K. D., & Goh, Y. S. **(2011)**. Macrophage-mediated inflammation in metabolic disease. Nature Reviews Immunology, 11(11), 738-749. https://doi.org/10.1038/nri3071.

Diez-Ozaeta, I., & Astiazaran, O. J. **(2022)**. Recent advances in kombucha tea: microbial consortium, chemical parameters, health implications and biocellulose production. International Journal of Food Microbiology, 377, 109783. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109783

Esa, F., Tasirin, S. M., & Rahman, N. A. (2014). Overview of bacterial cellulose production and application. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2, 113-119. https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.017

Estrada, O., Gayoso, L., Ortega, G. M., & Del Noval, B. **(2023)**. Quercus robur and Pyrenaica: The potential of wild edible plants for novel kombuchas. Fermentation, 9(10), 863. https://doi.org/10.3390/fermentation9100863

Heimler, D., Vignolini, P., Dini, M. G., Vincieri, F. F., & Romani, A. **(2006)**. Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. Food Chemistry, 99(3), 464-469. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.057

Leal, J. M., Suárez, L. V., Jayabalan, R., Oros, J. H., & Escalante-Aburto, A. **(2018)**. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. Cyta-journal of Food, 16(1), 390-399. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499

Liu, Y., Zheng, Y., Tao, Y., Regenstein, J. M., & Zhou, P. **(2022).** Functional properties and sensory characteristics of kombucha analogs prepared with alternative materials. Trends in Food Science and Technology, 129, 608-616. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.001

Martínez-Meza, Y., Escobar-Ortiz, A., Buergo-Martínez, F., Pérez-Ramírez, I. F., Pérez-Jiménez, J., Salgado, L. M., & Reynoso-Camacho, R. **(2023)**. Three Varieties of Grape Pomace, with Distinctive Extractable:Non-Extractable Polyphenol Ratios, Differentially Reduce Obesity and Its Complications in Rats Fed a High-Fat High-Fructose Diet. Foods, 12(7), 1370. https://doi.org/10.3390/foods12071370

Martins, C. C., Rodrigues, R. C., Mercali, G. D., & Rodrigues, E. (2022b). New insights into non-extractable phenolic Compounds analysis. Food Research International, 157, 111487. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.11148

Pure, A. E., Mofidi, S. M. G., Keyghobadi, F., & Pure, M. E. **(2017)**. Chemical composition of garlic fermented in red grape vinegar and kombucha. Journal of Functional Foods, 34, 347-355. https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.05.018

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A. R., Pannala, A. S., Yang, M., & Rice-Evans, C. **(1999)**. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine, 26(9-10), 1231-1237. https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3

Ren, C., Li, Q., Luo, T., Betti, M., Wang, M., Qi, S., Wu, L., & Zhao, L. **(2023)**. Antioxidant polyphenols from Lespedeza bicolor Turcz. honey: Anti-Inflammatory Effects on Lipopolysaccharide-Treated RAW 264.7 macrophages. Antioxidants, 12(10), 1809. https://doi.org/10.3390/antiox12101809

Reynoso-Camacho, R., Sotelo-González, A. M., Patiño-Ortiz, P., Rocha-Guzmán, N. E., & Pérez-Ramírez, I. F. (2021). Berry by-products obtained from a decoction process are a rich source of low- and high-molecular weight extractable and non-extractable polyphenols. Food and Bioproducts Processing, 127, 371-387. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2021.03.014

Saqib, U., Sarkar, S., Suk, K., Owais, M., Baig, M. S., & Savai, R. **(2018)**. Phytochemicals as modulators of M1-M2 macrophages in inflammation. Oncotarget, 9(25), 17937-17950. https://doi.org/10.18632/oncotarget.24788

Singh, G., Micha, R., Khatibzadeh, S., Lim, S. S., Ezzati, M., & Mozaffarian, D. **(2015)**. Estimated global, regional, and national disease burdens related to Sugar-Sweetened beverage consumption in 2010. Circulation, 132(8), 639-666. https://doi.org/10.1161/circulationaha.114.010636

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. **(1999)**. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. En Methods in Enzymology (pp. 152-178). https://doi.org/10.1016/s0076-6879(99)99017-1

Su, J., Tan, Q., Wu, S., Abbas, B., & Yang, M. **(2023)**. Application of kombucha fermentation broth for antibacterial, antioxidant, and Anti-Inflammatory processes. International Journal of Molecular Sciences, 24(18), 13984. https://doi.org/10.3390/ijms241813984

Watawana, M. I., Jayawardena, N., & Waisundara, V. Y. **(2018)**. Value-added Tea (Camellia sinesis) as a Functional Food using the Kombucha 'Tea Fungus'. Chiang Mai J. Sci. http://cmuir.cmu.ac.th/jspui/handle/6653943832/64013

Wu, X., Yao, H., Cao, X., Liu, Q., Cao, L., Mu, D., Luo, S., Zheng, Z., Jiang, S., & Li, X. **(2017c)**. Production of vinegar from purple sweet potato in a liquid fermentation process and investigation of its antioxidant activity. 3 Biotech, 7(5). https://doi.org/10.1007/s13205-017-0939-7

Zurita, J., Díaz-Rubio, M. E., & Saura-Calixto, F. **(2012)**. Improved procedure to determine non-extractable polymeric proanthocyanidins in plant foods. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 63(8), 936-939. https://doi.org/10.3109/09637486.2012.681634

Evaluación nutrimental y nutracéutica de panqués de avena:moringa

Sánchez-Ortiz Laura Karen[1], Loarca-Piña Ma. Guadalupe Flavia[1*]

1 Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República (PROPAC), Investigador y graduado del programa en Ciencias de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Qro., 76010, México. *loarca@uaq.mx

Resumen

La moringa es una planta que ha cobrado relevancia por su contenido nutrimental y su contenido de compuestos bioactivos , debido a esto, se puede utilizar como ingrediente para desarrollar productos libres de trigo con el fin de enriquecer las formulaciones. Se desarrollaron cuatro panqués de avena utilizando levadura (PL), goma xantana (PG) y adicionados con dos porcentajes de moringa (2.5% y 5.0%), teniendo así: PGM2, PGM5, PLM2 y PLM5, un control comercial. Se realizaron los análisis proximales: humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos por diferencia. En lo referentes a compuestos bioactivos, se logró cuantificar: fenoles, flavonoides totales, taninos condensados libres; fibra dietaria; y capacidad antioxidante. Se encontró al polvo de moringa como fuente de proteínas, cenizas y fibra con contenidos de 23.19%, 12.43% y 30.36%, respectivamente. Para las formulaciones de los panqués, estas tuvieron un mayor contenido de proteínas que el producto comercial aumentando entre el 25-50%, casi tres veces más cenizas y se disminuyó el contenido de lípidos hasta en un 52.14%. Para la parte de compuestos biactivos , se aumentó el contenido de fenoles totales hasta en 2.96 mg EAG/g y flavonoides totales hasta 3.79 mg ER/g en comparación con el comercial. Para la capacidad antioxidante se tuvo una mayor capacidad para PLM5 con valores de 11.97 mM ET/g (DPPH), 16.06 mM ET/g (ABTS) y 16.38 mM ET/g (FRAP). Se sugiere que el uso de moringa como ingrediente alimentario y el proceso de fermentación tradicional permite enriquecer el contenido nutrimental y nutraceútico de un panque de avena.

Palabras clave: *Moringa oleifera, Avena sativa*, fibra dietaria, compuestos bioactivos, libre de gluten.

Abstract

The Moringa (*Moringa oleifera*) is a plant that has become relevant in recent years for its nutriment and bioactive compounds content. Due to this, it can be used as an ingredient to develop wheat-free products to enrich formulations. Four oat cakes were developed using yeast (PL), xanthan gum (PG) and added with two percentages of moringa (2.5% and 5.0%), the resulting formulations were PGM2, PGM5, PLM2, and PLM5, along with a commercial control. Proximate analysis was conducted to determine the moisture, ash, protein, lipids, and carbohydrate content. The bioactive compounds were also analyzed, total phenols and flavonoids, free condensed tannins, dietary fiber, and antioxidant capacity (ABTS, DPPH, and FRAP). Moringa powder was found as a source of protein, ash, and dietary fiber with contents of 23.19%, 12.43%, and 30.36%, respectively. For the cake formulations, these had a higher protein and ash content than the commercial product, with an increase of 25-50% and almost three times more ash, also lipid content decreased by up to 52.14%. Regarding bioactive compounds, the total phenols and flavonoid content increased to 2.96 mg EAG/g and 3.79 mg ER/g in comparison to commercial formulation. The PLM5 formulation had the highest antioxidant capacity with values of 11.97 mM ET/g (DPPH), 16.06 mM ET/g (ABTS), and 16.38 mM ET/g (FRAP). It is suggested that using moringa as a food ingredient and a traditional fermentation process can enhance an oat cake's nutritional and nutraceutical content.

Keywords: *Moringa oleifera, Avena sativa*, dietary fiber, bioactive compounds, gluten-free.

Introducción

La incidencia y prevalencia de los trastornos relacionados a la intolerancia al gluten, como lo son la enfermedad celiaca, la sensibilidad al gluten y la alergia al trigo, han dio en aumento tanto en México como en el mundo en las últimas décadas, siendo cada vez más el número de personas con estos padecimientos que se caracteriza por una intolerancia al gluten, y que pueden presentar síntomas tanto intestinales como no intestinales, ocasionándoles daños en las vellosidades del intestino en el caso de la enfermedad celiaca, lo que les repercute en la absorción de nutrientes (Caio *et al*., 2019).

Hasta el momento, el tratamiento para este tipo de padecimientos es una dieta libre de gluten y para logarlo ya han desarrollado diversos productos en el mercado. Sin embargo, la mayoría de estos tienen un menor contenido de proteínas, minerales y fibra dietaria, que sus análogos con gluten (Šmídová, & Rysová, 2022). Por lo que, es importante buscar alternativas para el desarrollo de nuevos productos que cumplan estas necesidades nutricionales.

En respuesta a esta demanda por parte de los consumidores, se han buscado alternativas de cereales para la creación de productos, un ejemplo es la avena (*Avena sativa*), que de ser procesada correctamente, puede evitar tener la contaminación con gluten (Wieser *et al*., 2021). Se ha reportado que este cereal, tiene un alto contenido de proteínas, compuestos bioactivos y es fuente de fibra dietaria, entre la que destacan los β-glucanos, por su actividad para disminuir el colesterol y controlar la glucosa, aunado a ello, su consumo ayuda en la prevención de enfermedades cardiovasculares y desordenes gastrointestinales (Paudel *et al*., 2021).

Por otro lado, para modificar el perfil nutrimental y nutracéutico diversos productos, se ha optado por la suplementación de alimentos con ingrediente de origen vegetal, como lo es la moringa (Moringa oleifera L.), la cual es una planta originaria de la India y regiones del sub-

Himalaya que se ha distribuido mundialmente (Trigo et al., 2023). Esta planta ha cobrado relevancia debido a que todas sus partes son comestibles (flor, fruto, tallo, raíces, tronco, hojas, vainas) y se les han atribuido diferentes efectos biológicos, como lo son una actividad antidiabética, antiinflamatoria, antibacterial y quimioprotectora, entre otras. De todas estas partes, se tiene interés en las hojas, ya que la moringa es un árbol de rápido crecimiento que presenta follaje durante la mayor parte del año. Además las hojas son ricas en proteínas que contienen todos los aminoácidos esenciales y minerales como calcio, magnesio, fosforo, potasio y zinc, así como vitaminas A, C y varias del grupo B (Abbas et al., 2018).

Debido a lo anterior, la adición de moringa (*Moringa oleifera)* al producto tiene un fin nutricional, además, brinda otros beneficios como aumento en su digestibilidad, estabilidad de la masa, aumento en la capacidad antioxidante, conservación, y aunado a esto, pudiera brindar beneficios a la salud asociados a los compuestos bioactivos de esta planta (Milla *et al*., 2021).

Por estas razones, el desarrollo de un panqué con ambos ingredientes es una estrategia útil para satisfacer las necesidades nutricionales de la población, debido a que su consumo es alto, por lo cual, el objetivo del presente proyecto fue desarrollar un panqué de avena adicionado con moringa para mejorar su contenido nutrimental y nutracéutico comparándolo con una alternativa comercial.

Metodología

Materia prima

Se utilizaron hojas de moringa (*Moringa oleifera* L.) provenientes de Santiago de Querétaro, Querétaro, México. Las cuales fueron sometidas a lavado, desinfección, deshidratación, molienda y tamizado, para ser convertidas en un polvo, el cual se almacenó en bolsas selladas al vacío, hasta su uso. Por otro lado, se utilizó una marca comercial de hojuelas de avena (Bob´s Red Mill ®) etiquetada como libre de gluten para la obtención de la harina. El resto de los ingredientes de la formulación fueron obtenidos de marcas comerciales. Para servir como punto de comparación en los análisis se empleó un producto comercial ya establecido en el mercado etiquetado como libre de gluten, que fuera un panqué de sabor chocolate.

Reactivos

Se emplearon los reactivos 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico, DPPH (2, 2-difenil-1-picrilhidracil), TPTZ (2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine), (+)-catequina, rutina, vainillina, ácido gálico, persulfato de potasio, reactivo de Folin-Ciocalteu, 2-aminoetildifenilborato, amiloglucosidasa, proteasa, α-amilasa, adquiridos de Sigma-Aldrich. Los reactivos sulfato de cobre, sulfato de potasio anhidro, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, ácido acético, metanol, ácido bórico, ácido clorhídrico, éter de petróleo, metanol, acetona, carbonato de sodio, etanol, acetona, hidróxido de potasio, acetato de sodio y cloruro férrico adquiridos de J.T. Baker.

Elaboración de los panqués

Para la elaboración de los panqués se emplearon dos formulaciones, que de menara general contienen claras de huevo, leche deslactosada, azúcar, cocoa como saborizante natural, mantequilla, canela, sal y harina de avena (Ha). La formulación denominada PG, contiene adicionalmente benzoato de sodio como conservador, polvo para hornear y goma xantana. Por otro lado, la formulación denominada PL, contiene Adicionalmente levadura comercial para panificación (*Saccharomyces cerevisiae*). A estas formulaciones se les adicionó moringa en polvo (Pmo) en dos porcentajes 2.5% y 5.0% (M2 y M5) en sustitución a la harina de avena; obteniéndose así cuatro formulaciones: PGM2, PGM5, PLM2 y PLM5. Adicionalmente, se evaluó un panqué comercial que no contuviera trigo, y que fuera sabor sabor chocolate, identificándose este como COM.

Composición proximal

La composición proximal se realizó siguiendo los métodos descritos por la AOAC (2002): Humedad (método 925.09B), cenizas (método 923.03), extracto etéreo – lípidos (método 920.39), proteínas (método 954.01), y carbohidratos que fueron obtenidos por diferencia.

Fibra dietaria

La fibra dietaria se determinó por el método descrito por Shiga *et al*., (2003). Se cuantificó la fibra insoluble, soluble y la suma de ambas como total. Se empleó 1 g de muestra, seca y desgrasada, a la cual se le adicionaron 50 ml amortiguadora de fosfatos 0.08 M (pH=6.0), y seguido de ello 100 µl de α-amilasa termoestable, esto se llevó a incubación (30 minutos, agitación, 95 °C). Transcurrido el tiempo se atemperó y ajusto pH=7.5 ± 0.2, luego se adicionaron 100 µl de proteasa (50 mg/ml) e incubó (30 minutos, agitación, 60 °C). Después, se atemperó y agregaron 100 µl de amiloglucosidasa para llevarse a incubación bajo las condiciones anteriores. Transcurrido el tiempo, se atemperó nuevamente y filtro en papel Whatman No. 4, realizándose dos lavados con agua destilada. Se conservó el papel filtro, se secó y registro su peso. La fibra insoluble fue calculada por diferencia de peso con corrección al porcentaje de carbohidratos. Para la fibra soluble, se recuperó el filtrado de cada muestra y precipitó con la adición de un volumen igual de etanol al 96% después de 48 horas de reposo, posteriormente, se filtró en papel Whatman No. 42, se realizaron lavados con etanol y acetona, se llevaron a sequedad los filtros para registrar su peso. La fibra insoluble fue calculada por diferencia de peso con corrección al porcentaje de carbohidratos. Para la fibra total, se realizó la suma de ambas.

Compuestos fenólicos totales libres

Obtención del extracto metanólico

Se tomaron 0.25 g de muestra y se le agregaron 5.0 ml de metanol, se agitó en el vórtex por 5 min para homogenizar y después se sónico a 37 °C por 15 minutos. Los extractos fueron empleados después de su preparación.

Fenoles totales

La determinación de fenoles totales se realizó por el método de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965). Se tomaron 30 µl de extracto metanólico, a los cuales se les adicionó 150 µl del reactivo de Folin 1:10 y 120 µl de carbonato de sodio al 7.5%. Se dejó en reposo por 30 minutos para posteriormente leer su absorbancia a 765 nm. Los resultados son expresados como mg equivalentes de ácido gálico (mg EAG)/ g de muestra.

Flavonoides totales

Para la determinación de flavonoides totales se empleó la metodología descrita por Oomah et al., (2005) adaptada a la microplaca. Se tomaron 50 µl del extracto metanólico y colocaron en la microplaca, a estos se les añadieron 180 µl de metanol y 20 µl de solución 2-aminoetildifenilborato al 10%. Posteriormente, se realizó la lectura de la absorbancia a una longitud de onda de 404 nm en un espectrofotómetro. Los resultados son expresados como mg equivalentes de rutina (mg ER)/g de muestra.

Taninos condensados

Se empleó el método descrito por Feregrino-Pérez *et al*., (2008). Se agregaron 50 µl del extracto metanólico a la microplaca, a estos se les adicionaron 200 µl del reactivo de vainillina (Vainillina 0.5%, HCl 4% en metanol), para realizar la lectura a 492 nm. Los resultados son expresados como mg equivalentes de (+)-catequina (mg EC)/g de muestra.

Capacidad antioxidante

Se realizaron los ensayos del radical DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) (Fukumoto & Maza, 2000), el radical ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (Nenadis *et al*., 2004) y el ensayo de poder antioxidante reductor de hierro (FRAP), en el que se reduce el ion férrico formando un complejo con el 2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ). Se empleó Trolox como estándar, reportándose los resultados como mmol equivalentes de trolox (mmol ET)/ g de muestra.

Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron por triplicado a menos que se especifique lo contrario; los datos se reportaron como la media ± desviación estándar. Se realizó un análisis de varianza de una vía usando el programa JMP 8.0 y las diferencias significativas de las medias se determinaron usando la prueba de HSD-Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$

Resultados

Se analizaron los componentes principales de la materia prima, siendo estos la moringa en polvo (Pmo) y la harina de avena (Ha), en el Cuadro 1. Se muestran los resultados obtenidos, en donde se observa que Pmo, tiene una mayor cantidad de lípidos, proteínas y cenizas, pudiendo relacionar estas últimas con los minerales, que Ha. Por otro lado Pmo, tiene un contenido más bajo de carbohidratos.

Para el contenido de fibra dietaria (Cuadro 1), la cual se expresa como porcentaje con base a carbohidratos, se puede observar que de igual manera Pmo, tiene un contenido mayor, aportando 4.15% de fibra soluble y 30.36% de total.

Cuadro 1. Composición proximal de Pmo y Ha

	Pmo	Ha
Lípidos	9.22 ± 0.85[a]	5.61 ± 0.19[b]
Proteína	23.19 ± 0.44[a]	11.46 ± 0.14[b]
Cenizas	12.43 ± 0.05[a]	1.40 ± 0.01[b]
Humedad	05.83 ± 0.03[b]	8.88 ± 0.08[a]
CHO´S	49.33 ± 1.16[b]	72.34 ± 0.66[a]
Fibra dietaria*		
Soluble	4.15 ± 0.11[a]	1.61 ± 0.01[b]
Insoluble	26.20 ± 0.53[a]	12.27 ± 0.34[b]
Total	30.36 ± 0.42[a]	13.87 ± 0.35[b]

Los resultados representan las medias de tres replicas ± la desviación estándar. Reportados como porcentaje. Pmo: Polvo de moringa, Ha: Harina de avena. *Fibra dietaria expresada con base al porcentaje de carbohidratos. Los resultados se expresan en base húmeda. Diferentes letras en la misma columna expresan diferencias significativas p>0.05 en la prueba T de Student.

De igual manera, se realizó el análisis de los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de Pmo y Ha (Cuadro 2), en la cual se aprecia que Pmo tiene un mayor contenido tanto de fenoles totales (81.16 ± 0.15 mg EAG/g de muestra) como de flavonoides totales (59.56 ± 2.66 mg ER/g de muestra), viéndose esto reflejado directamente en la capacidad antioxidante, siendo mayor en todos los ensayos para Pmo.

Cuadro 2. Compuestos fenólicos totales libres y capacidad antioxidante de Pmo y Ha

	Pmo	Ha
Compuestos fenólicos		
Fenoles[1]	81.16 ± 0.15[a]	0.86 ± 0.02[b]
Flavonoides[2]	59.56 ± 2.66[a]	0.35 ± 0.01[b]
Taninos[3] condensados	0.03 ± 0.00[a]	0.01 ± 0.00[a]
Capacidad antioxidante		
DPPH[4]	315.68 ± 15.16[a]	2.20 ± 0.47[b]
ABTS[4]	267.77 ± 3.39[a]	3.83 ± 0.38[b]
FRAP[4]	175.41 ± 5.36[a]	2.46 ± 0.46[b]

Los resultados son reportados como la media de tres réplicas ± la desviación estándar. Se expresa la fracción libre como la total. 1 Fenoles totales: mg equivalentes de ácido gálico/g de muestra; 2 Flavonoides totales: mg equivalentes de rutina/g de muestra; 3 Taninos condensados: mg equivalentes de (+) catequina/g de muestra. 4: mmoles equivalentes de Trolox/g de muestra Pmo: Polvo de moringa, Ha: Harina de avena. Empleando un extracto etanólico al 51%. Diferentes letras en la misma columna expresan diferencias significativas p>0.05 en la prueba T de Student.

Después del análisis de la materia prima, se continuó con la caracterización de los panqués, mostrándose así la composición proximal para las formulaciones y la comercial, en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición proximal de los panqués

	Humedad	Cenizas	Proteínas
PGM2	29.58 ± 1.01^{b}	3.42 ± 0.04^{b}	9.86 ± 0.16^{d}
PGM5	34.85 ± 0.55^{a}	3.96 ± 0.23^{a}	10.38 ± 0.07^{c}
PLM2	30.61 ± 1.33^{b}	2.18 ± 0.03^{d}	12.36 ± 0.04^{b}
PLM5	30.87 ± 1.72^{b}	2.76 ± 0.26^{c}	14.11 ± 0.21^{a}
COM	24.86 ± 0.47^{c}	1.94 ± 0.02^{d}	4.98 ± 0.09^{e}
	Lípidos		**Carbohidratos**
PGM2	8.50 ± 0.08^{b}		48.64 ± 1.01^{b}
PGM5	7.62 ± 0.07^{c}		43.19 ± 0.69^{d}
PLM2	7.19 ± 0.38^{c}		47.39 ± 2.19^{bc}
PLM5	7.60 ± 0.42^{c}		44.65 ±1.87^{cd}
COM	15.02 ± 0.02^{a}		53.20 ± 0.45^{a}

Los resultados representan las medias de tres replicas ± la desviación estándar. Resultados Reportados como porcentaje. Los resultados se expresan en base húmeda. PGM2: Panqué formulación 1 con 2.5% de moringa; PGM5: Panqué formulación 1 con 5.0% de moringa PLM2: Panqué formulación 2 con 2.5% de moringa; PLM5: Panqué formulación 2 con 5.0% de moringa. COM: Panqué comercial. Diferentes letras en la misma columna expresan diferencias significativas p>0.05 en la prueba HSD-Tukey.

Para la composición proximal de los panqués, se observa que la formulación con un mayor contenido de humedad y cenizas fue PGM5, con 35.85% y 3.96%, respectivamente, de igual manera, esta tuvo el menor contenido de carbohidratos con un valor de 43.19%. Por otro lado, para proteínas, PLM5 tuvo el valor más alto con 14.11%, teniendo hasta casi 3 veces el contenido de COM y para el caso de lípidos con la formulación PLM2 se logró el contenido más bajo siendo de 7.19%, disminuyendo así casi la mitad del aporte de COM.

Continuando con la caracterización del producto, se realizó la determinación de fibra dietaria, la cual se muestra como insoluble, soluble y total en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Fibra dietaria de los panqués

	Fibra insoluble	Fibra soluble	Fibra total
PGM2	12.00 ± 0.06^{b}	0.86 ± 0.07^{b}	12.86 ± 0.01^{a}
PGM5	10.47 ± 0.23^{c}	0.96 ± 0.06^{ab}	11.44 ± 0.17^{b}
PLM2	13.46 ± 0.34^{a}	0.12 ± 0.02^{c}	13.41 ± 0.35^{a}
PLM5	12.84 ± 0.31^{ab}	0.87 ± 0.09^{ab}	13.52 ± 0.40^{a}
COM	4.57 ± 0.43^{d}	1.13 ± 0.08^{a}	5.70 ± 0.35^{c}

Los resultados representan las medias de dos replicas ± la desviación estándar con base al porcentaje de carbohidratos. PGM2: Panqué formulación 1 con 2.5% de moringa; PGM5: Panqué formulación 1 con 5.0% de moringa PLM2: Panqué formulación 2 con 2.5% de moringa; PLM5: Panqué formulación 2 con 5.0% de moringa. COM: Panqué comercial. Diferentes letras en la misma columna expresan diferencias significativas p>0.05 en la prueba HSD-Tukey.

Para la parte de fibra insoluble la formulación con el contenido más alto fue PLM2 (13.46), sin ser diferente estadísticamente de PGM2 y PLM5; con valores de 12.00% y 12.84%, respectivamente, y al contrario, aquella muestra con un menor contenido fue COM con 4.57%. No obstante, para la fibra soluble, se encuentra que COM tiene el contenido más alto (1.13%), lo cual pudiera deberse a los aditivos que contiene, sin ser diferente de PLM5 (0.87%) y PGM5 (0.96%), formulaciones que tienen un mayor porcentaje de moringa. De manera general, para la fibra total la mayoría de las formulaciones tiene un contenido alto en fibra con valores alrededor del 12 al 13%, siendo COM la que tiene un contenido más bajo (5.70%).

Por otro lado, para la parte de la caracterización fitoquímica del panqué se evaluaron compuestos fenólicos totales libres, reportándose el contenido de fenoles, flavonoides y taninos condensados, expresándose la fracción libre como la total (Cuadro 5).

Para el caso tanto de los fenoles como los flavonoides totales se ve una tendencia, en donde el contenido de ambos aumenta conforme lo hace el porcentaje de moringa, siendo mayor para las formulaciones con 5.0% (PGM5 y PLM5), con valores de 2.62 y 4.12 mg EAG/g de muestra para fenoles totales y de 1.16 y 3.79 mg ER/g de muestra para flavonoides totales respectivamente. Aunado a esto, también se observa que la formulación PL, es la que tiene un mayor contenido de ambos siendo que los valores son casi el doble que su contraparte con la formulación PG.

Cuadro 5. Compuestos fenólicos de los panqués

	Fenoles totales[1]	Flavonoides totales[2]	Taninos condensados[3]
PGM2	1.83 ± 0.06^{c}	0.64 ± 0.06^{c}	7.49 ± 0.34^{b}
PGM5	2.62 ± 0.08^{b}	1.16 ± 0.07^{b}	8.45 ± 0.57^{ab}
PLM2	2.82 ± 0.16^{b}	1.10 ± 0.10^{b}	8.40 ± 0.77^{ab}
PLM5	4.12 ± 0.36^{a}	3.79 ± 0.24^{a}	8.66 ± 0.71^{a}
COM	0.58 ± 0.03^{d}	0.07 ± 0.01^{d}	8.30 ± 0.77^{ab}

Los resultados representan las medias de tres replicas ± la desviación estándar. Se expresa la fracción libre como la total. 1: mg equivalentes de ácido gálico/g de muestra; 2: mg equivalentes de rutina/g de muestra; 3: µg equivalentes de (+) catequina/g de muestra. Los resultados se expresan en base húmeda. PGM2: Panqué formulación 1 con 2.5% de moringa; PGM5: Panqué formulación 1 con 5.0% de moringa PLM2: Panqué formulación 2 con 2.5% de moringa; PLM5: Panqué formulación 2 con 5.0% de moringa. COM: Panqué comercial. Diferentes letras en la misma columna expresan diferencias significativas p>0.05 en la prueba HSD-Tukey.

En contraste con estas formulaciones, COM tuvo el menor contenido en ambas determinaciones, teniendo hasta 2.96 mg EAG/g de muestra y 3.97 mg ER/g de muestra menos que las formulaciones desarrolladas con avena y moringa.

Continuando con el Cuadro 5, para el caso de taninos, PLM5 es las que tuvo el contenido más alto de estos con 8.66 mg EC/g de muestra y PGM2 aquella con el contenido más bajo con un valor de 7.49 mg EC/g de muestra, no apreciándose diferencia para el resto de los panqués.

Por último, se evaluó la capacidad antioxidante por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP, de los diferentes panqués, observándose los resultados obtenidos en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Capacidad antioxidante de los panqués

	DPPH	ABTS	FRAP
PGM2	6.09 ± 0.92^{c}	7.37 ± 0.53^{c}	6.79 ± 0.52^{c}
PGM5	8.61 ± 0.78^{b}	12.09 ± 0.88^{b}	9.64 ± 0.69^{b}
PLM2	8.58 ± 0.55^{b}	12.77 ± 0.56^{b}	9.58 ± 0.49^{b}
PLM5	11.97 ± 0.07^{a}	16.06 ± 0.18^{a}	14.38 ± 0.39^{a}
COM	4.36 ± 0.16^{d}	5.44 ± 0.39^{d}	5.18 ± 0.59^{d}

Los resultados representan las medias de tres replicas ± la desviación estándar. Se expresa la fracción libre como la total. 1: mg equivalentes de ácido gálico/g de muestra; 2: mg equivalentes de rutina/g de muestra; 3: µg equivalentes de (+) catequina/g de muestra. Los resultados se expresan en base húmeda. PGM2: Panqué formulación 1 con 2.5% de moringa; PGM5: Panqué formulación 1 con 5.0% de moringa PLM2: Panqué formulación 2 con 2.5% de moringa; PLM5: Panqué formulación 2 con 5.0% de moringa. COM: Panqué comercial. Diferentes letras en la misma columna expresan diferencias significativas p>0.05 en la prueba HSD-Tukey.

En este se observa el mismo comportamiento que en los fenoles y flavonoides totales, al tener una mayor capacidad antioxidante por todos los métodos, los panqués con 5% de moringa, PGM5 y PLM5, siendo este último el que tiene casi 3 veces la capacidad antioxidante que COM, con valores de 11.97 mM ET/g de muestra (DPPH), 16.06 11.97 mM ET/g de muestra (ABTS) y 14.38 11.97 mM ET/g de muestra (FRAP), mostrando así una relación con los compuestos fenólicos. Además, para la parte de esos ensayos, se puede apreciar una mayor capacidad antioxidante por el método ABTS en todas las muestras, siendo más similares los valores de DPPH y FRAP.

Discusiones y Conclusiones

Con respecto al contenido nutrimental de Pmo y Ha, se puede apreciar (Cuadro 1) que la moringa es una fuente de proteínas, minerales y fibra dietaria, como ya ha sido reportado por Milla *et al.* (2021), teniendo valores por encima que la avena. De igual manera, se ha demostrado que es esta planta es rica en compuestos bioactivos de tipo de fenólico, que junto con otros compuestos presentes en ella (Trigo *et al*., 2023), repercuten directamente en la capacidad antioxidante (Cuadro 2), teniendo valores de hasta 300% más que los de extractos de avena a la misma concentración. De lo anterior, que la incorporación de moringa al panqué se tomará como una opción para mejorar el perfil nutrimental y nutracéutico de estos productos.

Una vez obtenido el panqué, se prosiguió con su caracterización nutrimental, para ello en el Cuadro 3 se muestran los resultados. Para la parte de cenizas, se tuvieron valores en un rango de 2.18 a 3.96%, siendo las que tienen un contenido más alto son aquellas que fueron elaboradas con goma (PGM2: 3.42 ± 0.04% y PGM5: 3.96 ± 0.23%) debido al aporte en cenizas que brinda la goma xantana, así como el agente leudante químico (Heitmann *et al*., 2016). Desde otra perspectiva, dentro de las mismas formulaciones se puede apreciar que aquellas que tienen un porcentaje de moringa del 5%, son las que presentan un mayor contenido, pudiese explicar esto su incorporación, ya que esta es fuente de minerales (Trigo *et al*., 2023), comparado PGM5 con COM que tiene un 1.94% de cenizas, la formulación con moringa tiene más del doble de este contenido.

En el caso de la humedad, varios factores afectan este parámetro, como el tiempo y temperatura en el horno, las dimensiones del molde, así como la cantidad en cada recipiente (Šmídová, & Rysová, 2022). Con el fin de evitar esto se estandarizaron las condiciones, quedando como variables únicamente la formulación y el porcentaje de moringa, encontrándose solo diferencia para COM con un valor de 24.86% siendo este el más bajo y PGM5 con el valor más alto de 34.85% debiéndose esto al contenido de moringa y el uso de goma (Milla *et al*., 2021).

Por otro lado, para el contenido de proteínas, el aumento que hay en PLM5, puede deberse al mismo proceso de su elaboración, debido al uso de levadura, ya que aporta alrededor de 1.18% más de proteína solo por el porcentaje que se usa, considerando que de acuerdo con el empaque la levadura contiene un 44%; aunado a ello, también la fermentación durante el leudado tiene un papel en esto, ya autores como Day *et al.*, (2016) han sugerido que durante el proceso de leudado puede haber una relación entre la degradación de fitatos y el aumento de proteínas y Mustafa *et al.* (2022) encontraron que en fibra de avena que fue fermentada aumentó su contenido debido a que durante el proceso de fermentación se adicionan proteínas solubles en agua.

De manera general, se observaron cambios por la adición de moringa, como el contenido lípidos y carbohidratos (Milla *et al*., 2021), así como, cambios que además de esto, se deben al proceso de fermentación, como el aumento de proteínas; también se muestran los cambios en el contenido de cenizas, debido al uso de agentes leudantes químicos junto con la goma (Trigo *et al*., 2023; Heitmann *et al*., 2016).

Continuando con los análisis realizados a los panqués, para el caso de fibra dietaria (Cuadro 4), se encuentra diferencia significativa estadísticamente para PGM2 y PGM5 en fibra insoluble, siendo PGM2 el que tiene un mayor contenido tanto de insoluble como total con valores de 12.00% y 12.86%, respectivamente. De igual manera, PLM2 tiene un mayor contenido que PLM5, este comportamiento es contrario a lo reportado por otros autores como Giuberti et al., (2021), quienes encontraron una relación directa entre el aumento de fibra y el contenido de moringa. Sin embargo, si se observa esto para el caso de la fibra soluble, en este parámetro COM es el que tuvo un mayor contenido, lo cual puede atribuirse esto al uso de gomas que tiene este producto (Šmídová, & Rysová, 2022).

Para el caso de la fibra total (Cuadro 4), si bien no hay diferencia para las formulaciones PL y PG, se observa que PML2 y PLM5 con valores de 13.42 y 13.52, respectivamente, son las más altas, esto podría deberse al proceso de fermentación ya que al degradarse el ácido fítico que este ligado con la fibra, esta es liberada teniendo mayor accesibilidad (Mustafa et al., 2022).

De manera general, se sabe que la ingesta de fibra en las cantidades recomendadas ayuda a la prevención de enfermedades crónicas, y

está relacionada con una buena salud gastrointestinal (Paudel *et al*., 2021), pese a ello, un mexicano promedio, no consume la ingesta diaria recomendada (alrededor de 30 g). Por lo que, la inclusión de los panqués en la dieta tanto de personas sensibles al gluten o no, podría aportar parte del contenido necesario de fibra y no solo ser un snack, desayuno o golosina con carbohidratos rápidamente digeribles.

Por lo que se refiere a la evaluación nutraceútica de los panqués, se determinó el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y taninos libres condensados, mostrándose estos resultados en el Cuadro 5, en este se observa un aumento tanto de fenoles como flavonoides para las formulaciones con 5% de moringa; este aumento lo podemos atribuir a su incorporación ya que se ha reportado que es una fuente de compuestos bioactivos (Giuberti *et al*., 2021). Por otro lado, se ve un mayor contenido en las formulaciones PL que su contraparte PG, esto se vio influenciado por el proceso de fermentación, obteniéndose en fenoles totales casi el doble de contenido que aquellos con el mismo porcentaje de moringa en PG.

Lo anterior puede explicarse, debido a que durante la fermentación hay una conversión de compuestos en diferentes metabolitos, así como una liberación de estos de la matriz alimentaria (Heitmann *et al*., 2016), en este proceso sucede una transformación de compuestos flavonoides a su forma aglicona, así como biotransformaciones de ácidos hidroxicinámicos y benzoicos en sus formas descarboxiladas o hasta degradarse a sus formas más simples como catecol y ácido shikímico (Leonard *et al*., 2021).

Aunado a esto, se evaluó la capacidad antioxidante de los productos, en el que se ve un comportamiento similar a los compuestos fenólicos, siendo que la capacidad antioxidante es mayor cuanto mayor contenido de estos, esto va acorde a lo reportado por Bourekoua *et al.* (2018), quienes realizaron un pan libre de gluten a base de haría de arroz:frijol, y adicionaron moringa, encontrándose que al incrementar el contenido hay un aumento en la capacidad antioxidante. Para los panqués analizados en el presente trabajo, se obtiene una capacidad antioxidante mayor que COM, siendo de hasta casi 3 veces más en todos los ensayos comparado contra PLM5.

Habiendo caracterizado los panqués tanto nutrimental como nutracéuticamente, se encuentra que la adición de moringa permitió obtener formulaciones con un mayor contenido de proteínas, cenizas y fibra dietaria total que la opción comercial. Además la incorporación de esta planta junto con el proceso de fermentación que favorece la liberación y transformación de compuestos, se obtuvo un incremento el contenido de compuesto bioactivos de tipo fenólico, viéndose esto reflejado directamente en la capacidad antioxidante siendo esta mayor en todas las formulaciones al compararse con el producto comercial.

Referencias

1. Abbas, R. K., Elsharbasy, F. S., & Fadlelmula, A. A. (2018). Nutritional values of moringa oleifera, total protein. Amino acid, vitamins, minerals, carbohydrates, total fat and crude fiber, under the semi-arid conditions of Sudan. J Microb Biochem Technol, 10(2), 56-58.
2. AOAC. (2002). Official methods of analysis (Vol. 222). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
3. Bourekoua, H., Różyło, R., Gawlik-Dziki, U., Benatallah, L., Zidoune, M. N., & Dziki, D. (2018). Evaluation of physical, sensorial, and antioxidant properties of gluten-free bread enriched with Moringa Oleifera leaf powder. European Food Research and Technology, 244, 189-195.
4. Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. BMC medicine, 17(1), 1-20.
5. Day, C. N., & Morawicki, R. O. (2016). Effects of fermentation by yeast and amylolytic lactic acid bacteria on grain sorghum protein content and digestibility. Journal of Food Quality, 2018.
6. Feregrino-Pérez, A. A., Berumen, L. C., García-Alcocer, G., Guevara-Gonzalez, R. G., Ramos-Gomez, M., Reynoso-Camacho, R., ... & Loarca-Piña, G. (2008). Composition and chemopreventive effect of polysaccharides from common beans (Phaseolus vulgaris L.) on azoxymethane-induced colon cancer. Journal of agricultural and food chemistry, 56(18), 8737-8744.
7. Fukumoto, L. R., & Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. Journal of agricultural and food chemistry, 48(8), 3597-3604.
8. Giuberti, G., Rocchetti, G., Montesano, D., & Lucini, L. (2021). The potential of Moringa oleifera in food formulation: A promising source of functional compounds with health-promoting properties. Current Opinion in Food Science, 42, 257-269.
9. Heitmann, M., Zannini, E., & Arendt, E. (2018). Impact of Saccharomyces cerevisiae metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. Critical reviews in food science and nutrition, 58(7), 1152-1164.
10. Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., Adhikari, B., & Fang, Z. (2021). Fermentation transforms the phenolic profiles and bioactivities of plant-based foods. Biotechnology Advances, 49, 107763.
11. Milla, P. G., Peñalver, R., & Nieto, G. (2021). Health benefits of uses and applications of Moringa oleifera in bakery products. Plants, 10(2), 318.
12. Mustafa, G., Arshad, M. U., Saeed, F., Afzaal, M., Niaz, B., Hussain, M., ... & Sălăgean, T. (2022). Comparative study of raw and fermented oat bran: nutritional composition with special reference to their structural and antioxidant profile. Fermentation, 8(10), 509.
13. Nenadis, N., Wang, L. F., Tsimidou, M., & Zhang, H. Y. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS•+ assay. Journal of agricultural and food chemistry, 52(15), 4669-4674.
14. Oomah, B. D., Cardador-Martínez, A., & Loarca-Piña, G. (2005). Phenolics and antioxidative activities in common beans (Phaseolus vulgaris L). Journal of the Science of Food and Agriculture, 85(6), 935-942.
15. Paudel, D., Dhungana, B., Caffe, M., & Krishnan, P. (2021). A review of health-beneficial properties of oats. Foods, 10(11), 2591.

16. Shiga, K., Hara, H., Okano, G., & Aoyama, Y. (2003). Ingestion of water-soluble soybean fiber prevents gastrectomy-induced iron malabsorption, anemia, and impairment of voluntary running exercise performance in rats. The Journal of nutrition, 133(4), 1120-1126.
17. Singleton, V.L. and, Rossi, J.A. Jr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16:144-58.
18. Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. Foods, 11(3), 480
19. Trigo, C., Castelló, M. L., & Ortolá, M. D. (2023). Potentiality of Moringa oleifera as a Nutritive Ingredient in Different Food Matrices. Plant Foods for Human Nutrition, 1-13.
20. Wieser, H., Segura, V., Ruiz-Carnicer, Á., Sousa, C., & Comino, I. (2021). Food safety and cross-contamination of gluten-free products: A narrative review. Nutrients, 13(7), 2244.

Clonación de una toxina proveniente del “coral de fuego” *M. alcicornis*

Jesús Eduardo Vega Tamayo [1], Alejandra Rojas Molina [1], Ataúlfo Martínez Torres [2]

1 Posgrado en Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas S/N, C.P. 76010 Querétaro, Qro, México

2 Laboratorio de Neurobiología Molecular y Celular, Instituto de Neurobiología, Universidad Nacional Autónoma de México, Juriquilla, México

Resumen

Millepora alcicornis es un hidrocoral del phylum Cnidaria (familia Milleporidae) que es fundamental en la construcción de arrecifes coralinos en el Caribe Mexicano. Este organismo es conocido comúnmente como “coral de fuego” debido a que sus toxinas causan lesiones similares a quemaduras. En su mayoría, las toxinas de los cnidarios son de origen proteico y tienen aplicaciones potenciales en diversas áreas, tales como la biotecnológica, la farmacéutica o la agonómica. Entre las toxinas de Cnidarios destacan las formadoras de poro (PFTs), las cuales son capaces de provocar un efecto citolítico mediado por la formación de poros en membranas celulares. A la fecha, se desconoce la estructura y el mecanismo de acción de las PFTs sintetizadas por las especies del género *Millepora*. En un estudio previo, nuestro grupo de trabajo identificó transcritos que codifican para citolisinas y una PFT en el transcriptoma de *M. alcicornis.* En el presente estudio, el gen correspondiente a esta PFT se clonó y se expresó en bacterias de *E. coli* C41. El análisis, mediante SDS-PAGE, del lisado bacteriano conteniendo las proteínas expresadas por vía recombinante reveló la presencia de una banda a 27 kDa que concuerda con el peso molecular de las hidralisinas. El lisado bacteriano obtenido tras la expresión de la hidralisina recombinante indujo un efecto hemolítico de eritrocitos humanos, el cual fue dependiente de la concentración, con un valor de UH_{50} de 17.5 µg proteína/ml. Este hecho constituye una evidencia de que el proceso de clonación y expresión de la PFT de *M. alcicornis* logró producir una toxina funcional. En el presente trabajo se reporta por primera vez la expresión heteróloga de una toxina formadora de poros de tipo hidralisina identificada en el transcriptoma de un organismo del género *Millepora.*

Abstract

Millepora alcicornis is a hydrocoral of the phylum Cnidaria (family Milleporidae) that is essential in the construction of coral reefs in the Mexican Caribbean. This organism is commonly known as “fire coral” since its toxins cause burn-like lesions. Most of the cnidarian toxins are proteins and some of them have potential applications in various areas, such as biotechnology, pharmaceutic or agronomics. One of most relevant Cnidarian toxins, are the pore-forming toxins (PFTs), which are capable of causing a cytolytic effect through the formation of pores in cell membranes. To date, the structure and mechanism of action of the PFTs synthesized by species of the genus *Millepora* are unknown. In a previous study, our research group identified transcripts encoding cytolysins and a PFT in the transcriptome of *M. alcicornis*. The gene corresponding to this PFT was cloned and expressed in *E. coli* C41 bacteria. The analysis, by SDS-PAGE, of the bacterial lysate containing the the recombinant proteins revealed the presence of a band at 27 kDa, which corresponds to the molecular weight of hydralysins. The bacterial lysate obtained after the expression of the recombinant hydralysin induced a hemolytic effect of human erythrocytes, which was concentration-dependent, with a UH_{50} value of 17.5 µg protein/ml. This finding provides evidence of the successful cloning and expression of a functional PFT synthesized by *M.*

alcicornis. In the present work, the heterologous expression of a hydralysine-type pore-forming toxin identified in the transcriptome of an organism of the genus *Millepora* is reported for the first time.

Keywords: *M. alcicornis*, hydrocoral, PFTs, cloning, heterologous expression

Introducción

Los arrecifes de coral son ecosistemas que comprenden una amplia biodiversidad, ya que proveen sustento a la cuarta parte de todas las especies marinas, las cuales obtienen en los arrecifes alimentos y refugio. La formación de los sistemas arrecifales depende, en primer lugar, de corales escleractinios, en tanto que los hidrocorales son las segundas especies formadoras de arrecifes más importantes. Por otra parte, los corales e hidrocorales pertenecientes al Phylum Cnidaria mantienen asociaciones simbióticas con algas fotosintéticas de la familia Symbiodiniaceae, denominadas comúnmente como zooxantelas, las cuales les proveen a sus hospedantes nutrientes derivados de la fotosíntesis (Thampi et al., 2018). Sin embargo, se conoce que los cnidarios también son capaces de obtener alimento por medio de la vía heterótrofa. Esto es posible gracias a su capacidad de sintetizar toxinas, principalmente de naturaleza proteica, que son utilizadas para la captura de presas y/o defensa contra depredadores (Barott et al., 2015). El espectro completo de las toxinas provenientes de cnidarios aún no se conoce en su totalidad, pero comprende una gran variedad de componentes, tales como las toxinas formadoras de poro (PFT) (Jouiaei et al., 2015). Este tipo de toxinas citolíticas se han identificado en todas las clases del filo Cnidaria, incluidas medusas, anémonas de mar, e hidroides. En general, estas toxinas actúan vía penetración en la membrana de la célula diana, permitiendo la difusión de pequeñas moléculas y solutos que conducen al desequilibrio osmótico y a la posterior lisis celular (Ostolaza et al., 2019).

M. alcicornis en un hidrocoral que sintetiza diversas toxinas proteicas, entre las que se encuentran PFTs, de tal manera que este organismo representa una fuente valiosa de toxinas que pueden ser utilizadas para el desarrollo de medicamentos y herramientas biotecnológicas y/o de investigación (Yap y Hwang, 2018). No obstante, al ser los corales y los hidrocorales especies protegidas no es posible recolectar grandes cantidades de estos organismos para llevar a cabo estudios de purificación y caracterización estructural de alguna de las toxinas sintetizadas por las especies del género *Millepora* y consecuentemente tampoco se conoce de manera específica, su mecanismo de acción.

Estudios previos realizados por nuestro grupo de investigación revelaron la presencia de hemolisinas en el extracto acuoso de *M. alcicornis* proveniente del Caribe Mexicano, destacando aquellas que presentaron un peso de 200 kDa y que no presentaban algún efecto enzimático, lo cual sugirió la presencia de PFTs (Hernández-Matehuala et al., 2015). Además, el análisis bioinformático sobre el transcriptoma de *M. alcicornis* permitió la identificación de cerca de 22 transcritos asociados con la síntesis de toxinas en este organismo, en donde se destaca un transcrito que codifica para una PFT de tipo hidralisina con similitud a una toxina presente en *Hydra vulgaris*. Adicionalmente, se logró detectar la presencia de otro transcrito que codifica para una PFT de tipo hidralisina en el transcriptoma de otro espécimen de *M. alcicornis* proveniente de Puerto Rico. En este contexto, el presente trabajo tuvo por objetivo generar un plásmido de expresión que codifique para la toxina formadoras de poros (PFT) previamente detectada en el transcriptoma del "coral de fuego" *M. alcicornis* a fin de caracterizar su efecto citolítico, determinar su blanco de unión y estimar el tamaño del poro que forma en las membranas eritrocitarias.

Metodología

Obtención de un vector de clonación con la secuencia de nucleótidos de la PFT detectada en el transcriptoma de *M. alcicornis*

La secuencia del gen de la PFT detectada a partir del transcriptoma de *M. alcicornis* fue sintetizada por la compañía GenScript en el vector pUC57. La secuencia codificante de la PFT fue amplificada mediante PCR utilizando la ADN polimerasa de alta fidelidad Phusion (Thermofisher) bajo las siguientes condiciones: desnaturalización 98 °C por 10 seg, 30 ciclos (98 °C por 10 seg, 52 °C por 20 seg y 72 °C por 1 min) y la extensión final se implementó por 7 min a 72 °C. Se usaron los siguientes cebadores para la amplificación: cebador sentido 5' CC ATG GCA ATT CAA GAA TAT ATG ACA 3' y como cebador antisentido 5' CTC GAG CAA AGG TTC TGC TTT CCT AAT TAT 3'. El cebador sentido contiene el sitio de restricción para NcoI mientras que el cebador antisentido contiene un sitio de restricción para XhoI (secuencia subrayada). Una vez que se amplificó la secuencia codificante de la PFT, el producto de PCR se cargó en gel de agarosa al 0.7% y la banda esperada (750 pb) se cortó del gel y se purificó usando el kit de extracción en gel de ADN (Qiagen). Después de la purificación del inserto, se realizó la ligación del amplicon de la PFT con el vector de clonación pJET 1.2/blunt (Thermofisher Scientific) en una proporción 16:1 y ADN ligasa (5 U/µL) a 16°C durante 24 horas. La construcción resultante se denominó pJET 1.2/EVT_HydMa.

Construcción del vector de expresión con la secuencia de nucleótidos de la PFT clonada

Para la construcción del vector de expresión de la PFT encontrada en *M. alcicornis* se utilizó el vector de clonación pJET 1.2/EVT_HydMa y el vector de expresión pET28b que contiene un marco seguido de nucleótidos que codifican una secuencia de etiqueta de 6 histidinas (6xHis) disponible en el cuerpo del vector, con los cuales se llevó a cabo una digestión con las enzimas de restricción correspondientes. Los productos digeridos se visualizaron en gel de agarosa al 0.7%. A continuación, se cortaron los fragmentos de interés a partir del gel. Con los fragmentos obtenidos, se realizó la ligación, las muestras se incubaron a 16 °C durante toda una noche. La construcción resultante se denominó pET28bEVT_HydMa. Posteriormente, se llevó a cabo la transformación de las células *E. coli* XL1blue competentes por medio de choque térmico.

Inducción de la expresión en *E. coli* C41

Una colonia bacteriana que portaba el plásmido de expresión pET28bEVT_HydMa se usó para inocular 5 mL de medio LB que contenía 50 µg/mL de kanamicina. A continuación, el cultivo se incubó a 37 °C con agitación constante durante toda la noche. Posteriormente, se inocularon 50 mL de medio LB con 50 µL de cultivo O/N y se cultivaron a 37 °C a 180 rpm durante 4 horas. Pasadas las 4 horas se añadió IPTG (Isopropil-β-D-1-tiogalactopiranósido) a la concentración final de 1 mM y el cultivo se hizo crecer a temperatura ambiente durante toda la noche. Las bacterias que expresan la PFT se recogieron y se resuspendieron en 630 µL de tampón de lisis y se ultracongelaron con Nitrógeno líquido. El lisado se descongeló y se le agregó un volumen de 70 µL de lisozima (10 mg/mL) incubándolo por 30 min en un baño de hielo. Posteriormente, el lisado se centrifugó a 4 °C durante 20 min a 14,500 rpm.

Detección de la actividad citolítica

Para la detección de la actividad citolítica se prepararon 18.5 mL de agarosa al 1.5% en buffer PBS pH 7.4 adicionado con 10 mM de cloruro de calcio. La agarosa fue disuelta mediante ebullición durante 1 min. Para la detección de la actividad hemolítica, se adicionó como sustrato 1.5 mL de eritrocitos de humano lavados con solución Alsever cuando la temperatura de la solución de agarosa descendió a 40 °C. Después de adicionar el

sustrato, la mezcla se vertió en una caja Petri estéril y se dejó gelificar. Una vez formado el gel, se realizó la perforación de pocillos utilizando un sacabocados; se colocaron dentro de los pocillos 100 µg de proteína total de los extractos obtenidos a partir de las células de *E. coli* que expresaban la toxina formadora de poros. Como control positivo se usaron 20 µL de PLA_2 ($sPLA_2$ Assay Kit Kayman No. 7650001) y como control negativo 20 µL de células de *E. coli* que no expresaban la toxina. Las cajas Petri fueron incubadas a 37 °C durante 16 horas para la observación de la actividad hemolítica.

Determinación de la actividad hemolítica, blanco de unión y estimación del tamaño de poro de la PFT recombinante

La extracción de la sangre de los donadores se realizó a partir de la vena cubital (0.5 mL). Se emplearon tres donadores. Para determinar el efecto hemolítico de la PFT clonada de *M. alcicornis*. Se utilizaron 0.5 mL de una suspensión de eritrocitos de humano al 1% en solución Alsever pH 7.4 adicionado con 10 mM de cloruro de calcio. Los eritrocitos se incubaron durante 16 horas a 37 °C en presencia de diferentes concentraciones de la toxina clonada, la mezcla de reacción se centrifugó durante 3 minutos a 2400 rpm, y la actividad hemolítica se evaluó espectrofotométricamente a 415 nm. En el caso de la determinación del blanco de unión de la PFT recombinante, se determinó su efecto hemolítico realizando pre-tratamientos con una concentración fija de 5 mM de colesterol, fosfoetanolamina, glucosa, fructosa y galactosa durante 30 minutos a 37 °C. Por otro lado, para estimar el tamaño de poro formado por la PFT recombinante las pruebas se realizaron como se mencionó anteriormente excepto que los pre-tratamientos se realizaron con diferentes polietilenglicoles para suprimir la lisis osmótica (PEG 400, PEG 1000, PEG 3350 y PEG 8000)

Resultados

Construcción del vector de expresión

El vector de expresión pET-28b, así como el vector pJET 1.2/EVT_HydMa fueron digeridos utilizando las enzimas NcoI y XhoI. Posteriormente, el gen que codifica para la PFT fue aislado y ligado con el vector pET28b abierto. Una vez que se obtuvo la construcción esta se secuencio (Figura 1). Este análisis reveló que la construcción pET28bEVT_HydMa (Figura 2) no sufrió ninguna modificación que pudiera intervenir en el proceso de inducción de la expresión.

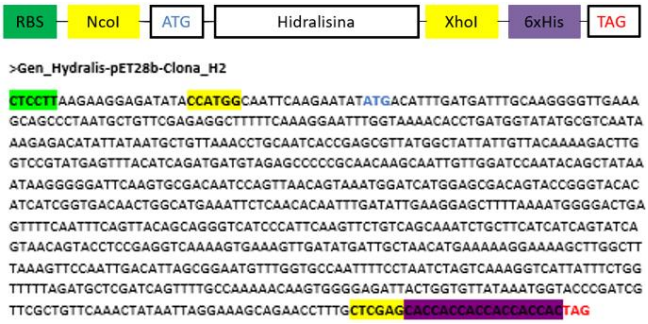


Figura 1. Esquema y secuencia de la construcción del vector de expresión pET28bEVT_HydMa. Zona Verde: Sitio de unión al ribosoma; Zona Amarilla: Sitios de reconocimiento para las enzimas de restricción NcoI y XhoI; Letras color Azul: Codón de inicio; Secuencia de la hidralisina; Zona Morada: Tag 6x-His; Letras color Rojo: Codón de paro.

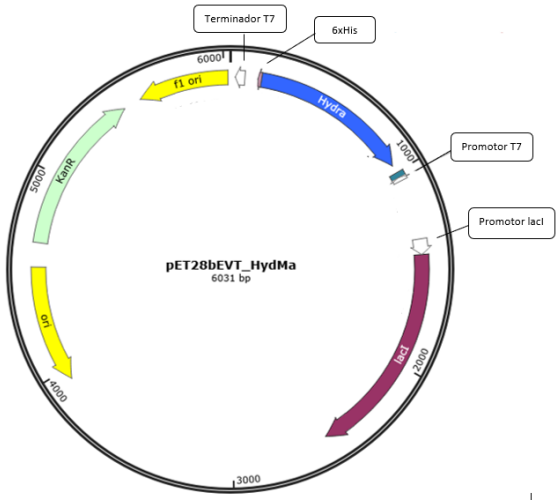


Figura 2. Mapa del vector de expresión pET28bEVT_HydMa.

Inducción de la expresión de la PFT

La expresión de la PFT recombinante se indujo con IPTG 1 mM. El análisis del lisado por SDS-PAGE reveló la presencia de una banda alrededor de los 27 kDa que concuerda con el peso molecular aproximado que presentan las PFTs de tipo hidralisina (Figura 3). No obstante, para confirmar que se obtuvo la producción de la toxina se llevó a cabo la purificación por medio de cromatografía de afinidad (Ni^{+2}-NTA).

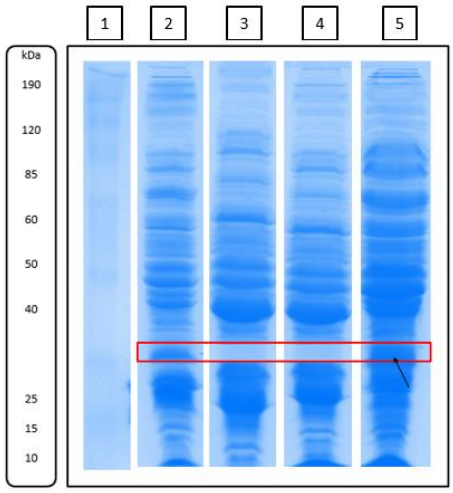


Figura 3. SDS-PAGE de los lisados completos en gel de poliacrilamida al 15% en condiciones nativas. Carril 1: Marcador de peso; Carril 2: Control Positivo (Lisado de bacterias que expresan GFP); Carril 3: Control Negativo (Lisado de bacterias con el vector pET28b); Carril 4: Lisado del proceso de inducción en *E. coli* BL21; Carril 5: Lisado del proceso de inducción en *E. coli* C41

El análisis por SDS-PAGE de las fracciones obtenidas después del proceso de purificación mostró evidencia satisfactoria de la presencia de una banda de 27 kDa correspondiente al peso de las PFTs de tipo hidralisinas. Como se esperaba, en el control negativo se observó la ausencia de alguna banda en este rango de peso molecular, con lo cual se confirmó que el proceso de inducción de la expresión se llevó a cabo con éxito. Por otro lado, el análisis mediante SDS-PAGE evidenció que la muestra obtenida después del proceso de purificación, aún presentaba otras bandas a diferentes pesos moleculares que podrían ser proteínas residuales del proceso de purificación o incluso se hipotetizó que fueran multímeros de la misma PFT recombinante, sin embargo, este argumento se encuentra sujeto a su comprobación experimental.

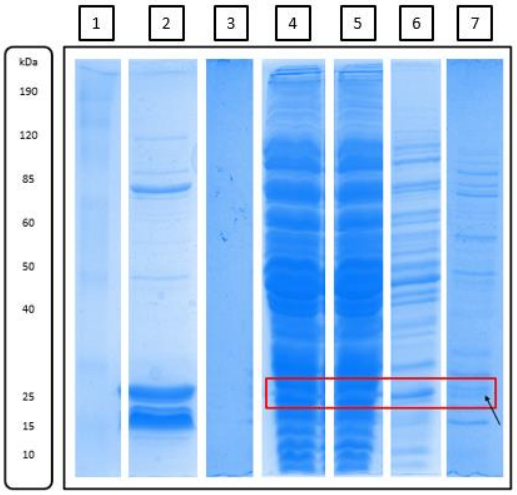


Figura 4. SDS-PAGE de las fracciones obtenidas después del proceso de purificación, empleando gel de poliacrilamida al 15% en condiciones nativas. Carril 1: Marcador de peso; Carril 2: Control Positivo (Lisado de bacterias que expresan GFP); Carril 3: Control Negativo (Lisado de bacterias con el vector pET28b); Carril 4: Lisado del proceso de inducción; Carril 5: Sobrenadante obtenido de la primera centrifugación, Carril 6: Sobrenadante del proceso de lavado; Carril 7: Fracción purificada.

Detección de la actividad citolítica de la PFT recombinante

Primeramente, se llevó a cabo la detección de la actividad citolítica del lisado de bacterias obtenido después del proceso de inducción. Esta prueba evidenció la presencia de un halo de lisis en el pocillo correspondiente a la muestra del lisado, lo cual indicaba que éste efectivamente contenía la PFT recombinante (Figura 5).

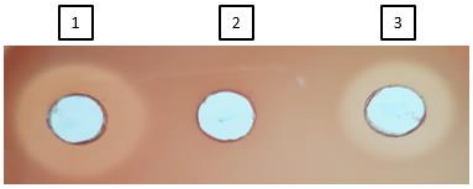


Figura 5. Detección de la actividad citolítica por difusión en pozo en gel de agarosa al 1.5% enriquecido con eritrocitos de humano. Pocillo 1: Control Positivo (Fosfolipasa A_2); Pocillo 2: Control Negativo (Lisado de bacterias

con el vector pET28b); Pocillo 3: Lisado de bacterias que expresan la PFT recombinante.

Una vez que se comprobó la existencia de actividad citolítica por parte de la hidralisina recombinante, se llevó a cabo la cuantificación de proteína total de 10 extractos diferentes provenientes de la misma clona de expresión. En la Tabla 1 se observan las concentraciones de proteína total en los diferentes extractos. Se seleccionaron los extractos Ec-1, Ec-4, Ec-7 y Ec-10 que eran los que presentaron la mayor cantidad de proteína total. Esto con la finalidad de someterlos a un proceso de purificación mediante cromatografía de afinidad Ni^{+2}-NTA.

Tabla 1. Cuantificación de proteína total, mediante el método de Bradford, en los lisados de bacterias que expresaron la PFT recombinante.

No. de muestra	Proteína total (µg/mL)
Ec-1	**7390.67**
Ec-2	7097.33
Ec-3	6617.33
Ec-4	**9404.00**
Ec-5	6630.67
Ec-6	7377.33
Ec-7	**8497.33**
Ec-8	7257.33
Ec-9	7457.33
Ec-10	**7777.33**

Desafortunadamente, las muestras obtenidas después del proceso de purificación no presentaron actividad citolítica. Esta ausencia de efecto hemolítico podría atribuirse a la presencia de un precipitado posterior a la purificación (Figura 6). Por esta razón, se decidió llevar a cabo las pruebas hemoliticas con el extracto total que contenía la PFT recombinante, en lugar de utilizar las muestras purificadas.

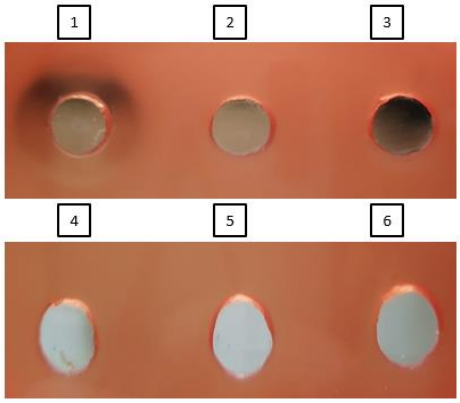


Figura 6. Detección de la actividad citolítica por difusión en pozo en gel de agarosa al 1.5% enriquecido con eritrocitos de humano de las muestras purificadas. Pocillo 1: Control Positivo (Fosfolipasa A_2); Pocillo 2: Control Negativo (Lisado de bacterias con el vector pET28b); Pocillo 3: Muestra Ec-1; Pocillo 4: Muestra Ec-4; Pocillo 5: Muestra Ec-7; Pocillo 6: Muestra Ec-10.

Determinación de la actividad hemolítica, blanco de unión y estimación del tamaño de poro de la PFT recombinante

El efecto hemolítico del extracto total que contenía la PFT recombinante se evaluó utilizando eritrocitos de humano, de acuerdo a la Curva Concentración Respuesta (Figura 7) se observó que a una concentración de 17.5 ± 1.015 µg/mL se produjo el 50% de hemolisis siendo este valor la Unidad Hemolítica Media (UH_{50}).

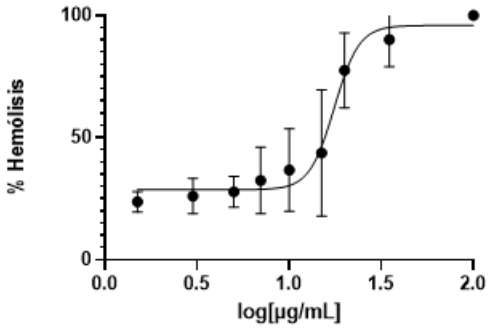


Figura 7. Actividad hemolítica del extracto total de las bacterias que producen la PFT recombinante.

En la Figura 8 se muestran las respectivas CCR obtenidas para el efecto hemolítico del extracto total en presencia de diferentes carbohidratos y lípidos de membrana. Como puede observarse ninguno de los pre-tratamientos con los diferentes componentes membranales provoco

una inhibición de la hemolisis, lo cual sería indicativo de que ninguno de estos compuestos es el blanco de unión de este tipo de PFTs. No obstante, es importante mencionar que la complejidad de la muestra (Extracto + eritrocitos + componentes membranales) puede ser un factor determinante a tomar en cuenta en este tipo de ensayos, ya que puede interferir directamente con las mediciones realizadas.

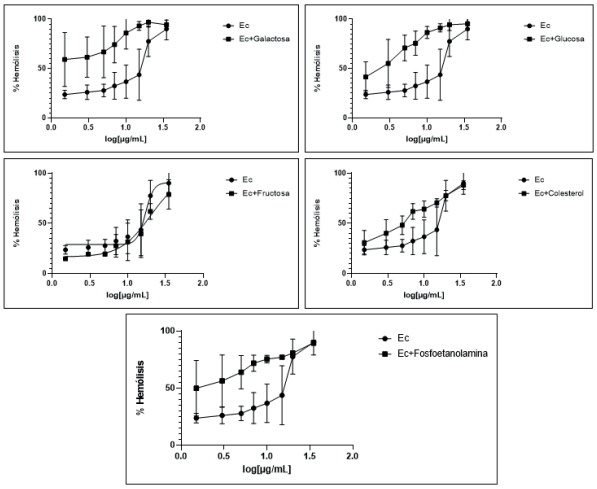


Figura 8. Determinación del posible blanco de unión de la PFT recombinante utilizando diferentes componentes de membrana.

En el caso del ensayo de protección osmótica, se encontró que únicamente el tratamiento con PEG-8000 indujo una disminución en el efecto hemolítico del extracto total que contenía la PFT recombinante (Figura 9). Sin embargo, el tamaño del poro formado por este tipo de PFTs no pudo determinarse de forma precisa; y considerando que el PEG-8000 posee un tamaño mayor a los 3 nm es probable que éste este provocando una disminución del efecto hemolítico provocado por la formación de un poro más pequeño (aproximadamente 1.2 nm) como el que se esperaría que formara la PFT recombinante.

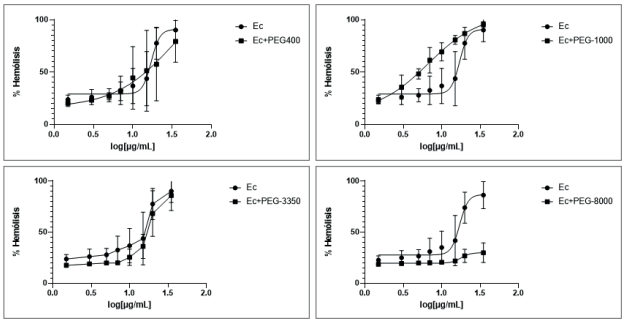


Figura 9. Estimación del tamaño de poro mediante el ensayo de protección osmótica utilizando diferentes polietilenglicoles (PEGs).

Discusión y conclusiones

En los últimos años, el interés científico sobre las PFTs ha aumentado significativamente a la creciente disponibilidad de información sobre su estructura y mecanismo de acción en las membranas celulares. Estas toxinas poseen una versatilidad conformacional que les permite ser solubles en agua y formar poros transmembranales. Esta capacidad ha suscitado el interés en sus aplicaciones en diferentes áreas (Liew et al., 2015). Las hidralisinas son un tipo de β-PFTs secretadas por células endocrinas digestivas en hidras. Estas toxinas presentan efectos citolíticos y neurotóxicos, y se ha demostrado que, al unirse a moléculas diana en membranas celulares, forman poros transmembranales. Aunque estas toxinas solamente se habían encontrado en cnidarios del género *Hydra*, nuestro grupo de investigación realizó un análisis bioinformático sobre el transcriptoma del hidrocoral *M.alcicornis* proveniente del Caribe Mexicano, el cual reveló la presencia de transcritos asociados con la síntesis de PFTs de tipo hidralisina. También se detectó un transcrito que codifica para este mismo tipo de toxinas en un espécimen de *M. alcicornis* recolectado en el Caribe Puertorriqueño. Este hallazgo sugería que los hidrocorales también pueden sintetizar PFTs, con las implicaciones ecológicas y toxinológicas que esto representa.

En el presente trabajo se reporta por primera vez la expresión heteróloga de una PFT de tipo hidralisina identificada en el transcriptoma de un organismo del género *Millepora*. En este sentido, se llevó a cabo la clonación y posterior expresión del gen que codifica para

dicha toxina en el vector de expresión pET28b, el cual fue expresado en la cepa de *E. coli* C41(DE3), debido a que esta cepa bacteriana presenta mutaciones en los genes PlacUV5, YehU/T, rbsD y dcuS que han permitido una mejor adaptación y eficiencia en este sistema de expresión para albergar y codificar genes exógenos tóxicos, como es el caso del gen de la PFT de interés (Schlegel et al., 2015).

El sistema pET ofrece ventajas notables, como el sitio 6xHis que codifica para una etiqueta de polihistidina, facilitando la purificación de proteínas recombinantes, mediante cromatografía de afinidad. En el caso de la expresión de la PFT recombinante, se observó una banda de 27 kDa en el SDS-PAGE, concordante con el rango de peso molecular de las hidralisinas. Sin embargo, la cantidad de proteína expresada fue insuficiente y el proceso de purificación resultó en una disminución de la intensidad de la banda y la presencia de bandas adicionales. Por este motivo, es necesario optimizar la estrategia de purificación, empleando otras técnicas, tales como la cromatografía de exclusión molecular o de intercambio iónico (Sher et al., 2005; Podobnik y Anderluh, 2017).

En la evaluación cualitativa del efecto hemolítico inducido por el extracto obtenido de las bacterias que expresaron la PFT recombinante, se observó un halo de hemólisis, sin embargo, después del proceso de purificación mediante cromatografía de afinidad, no se observó actividad hemolítica. Cabe mencionar que durante el último paso de purificación de la proteína recombinante, se formó un precipitado insoluble indicativo de cambios en su conformación. Este suceso posiblemente se debió a factores como la temperatura, pH, o la interacción de la PFT recombinante con el soporte de la columna Ni-NTA; se ha visto que este tipo de factores pueden llegar a desnaturalizar las proteínas, es decir, alterar la forma en que estas se encuentran plegadas, favoreciendo la formación de compuestos insolubles y por consiguiente la perdida de actividad biológica (Kramer et al., 2012; McPherson y Gavira, 2014).

En este estudio, el efecto hemolítico inducido por el extracto de las bacterias que expresaron la PFT recombinante mostró una HU_{50} de 17.5 ± 1.0 µg de proteína/mL, siendo 200 veces menos potente que la hidralisina de tipo salvaje. Varias razones pueden explicar esta diferencia, incluyendo la presencia de componentes en el extracto que interfieren con el proceso de reconocimiento y unión a la membrana por parte de la PFT recombinante. Además, se plantea la posibilidad de un proceso de pre-oligomerización que pudiera modificar la cantidad de unidades funcionales en el extracto, disminuyendo su actividad hemolítica. Adicionalmente, la composición de las membranas de los eritrocitos humanos podría influir, ya que estudios anteriores indicaron diferencias en la susceptibilidad de hemolisis entre eritrocitos de distinta procedencia (Hernández-Matehuala et al., 2015).

En nuestro estudio, tratamientos con galactosa, glucosa, fructosa, colesterol y fosfoetanolamina (5 mM) no afectaron la actividad hemolítica del extracto. Los resultados obtenidos fueron muy similares a los reportados por Sher et al. No obstante, en nuestro caso no se esta trabajando con una proteína de alta pureza sino con un extracto que contiene proteínas, carbohidratos, lípidos, etc; en donde cualquiera de estos componentes podría interferir con la interacción de la PFT recombinante con su posible blanco de unión, dificultando la apreciación de posibles modificaciones en la actividad hemolítica. Por lo tanto, se considera esencial implementar una nueva estrategia de purificación (Sher et al., 2005). Además, se propone el uso de técnicas computacionales como herramientas complementarias para la predicción de posibles blancos de unión de esta PFT (Lipkin y Lazaridis, 2017).

Por último, Sher et al; mostró evidencia de que la actividad hemolítica de la hidralisina se reduce significativamente con la adición de polietilenglicoles (PEGs), debido al efecto osmoprotector de estos compuestos. En este sentido, los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo indicaron que el único

tratamiento que disminuyo la actividad hemolítica del extracto fue el PEG 8000 (5 mM). Si comparamos estos resultados con los de los trabajos descritos anteriormente, existe concordancia. Sin embargo, esta aproximación del tamaño de poro está muy por arriba del tamaño reportado de 1.2 nm, debido principalmente a que el PEG-8000 presenta un tamaño de diámetro hidratado por encima de los 3 nm, lo cual facilitaría eventualmente la disminución del daño hemolítico provocado por el extracto total. De acuerdo a los ensayos de determinación del blanco de unión, es muy probable que se esté presentando nuevamente la interferencia de matriz en este ensayo. Una alternativa viable para obtener una estimación más confiable sobre el tamaño de poro sería utilizar una variedad más amplia de PEGs o el uso ya sea de técnicas computacionales o electrofisiológicas para obtener un dato más exacto acerca del tamaño de poro e inclusive tratar de predecir la cantidad de monómeros que están participando en el proceso de oligomerización (Lipkin y Lazaridis, 2017).

En conclusión, en este trabajo se reporta por primera vez la expresión heteróloga de una PFT de tipo hidralisina identificada en el transcriptoma de un organismo del género *Millepora*. Además, se encontró que el vector de expresión pET28b permite expresar en la cepa de *E. coli* C41 (DE3) la PFT detectada en el transcriptoma de *M. alcicornis*. Por otro lado, el lisado bacteriano obtenido tras la expresión de la hidralisina recombinante indujo un efecto hemolítico de eritrocitos humanos, el cual es dependiente de la concentración, con un valor de UH_{50} de 17.5 µg proteína /mL. Este hecho constituye una evidencia de que el proceso de clonación y expresión de la PFT de *M. alcicornis* logró producir una toxina funcional. Adicionalmente, la alta complejidad del extracto obtenido a partir de las bacterias que expresan la PFT recombinante no permitió obtener resultados concluyentes acerca de la diana molecular o el tamaño de poro aproximado. Por lo cual, es importante implementar una nueva estrategia de purificación que permita aislar la PFT recombinante de forma eficiente.

Perspectivas

A partir de los resultados derivados de la presente investigación, resulta evidente que es necesario optimizar el proceso de producción de la PFT recombinante identificada en el transcriptoma de *M. alcicornis*. También es prioritario purificar la toxina, a fin de poder obtener resultados concluyentes sobre la molécula diana con la cual interacciona en la membrana celular y el tamaño del poro que forma. Más aún, el contar con la toxina pura, posibilitaría llevar a cabo su secuenciación mediante espectrometría de masas, con lo cual se obtendría información relevante acerca de su estructura primaria. Adicionalmente, mediante el empleo de técnicas *in silico*, se podría modelar la proteína y predecir la forma en que ésta estaría interaccionando con la membrana celular y el mecanismo mediante el cual forma los poros membranales.

Referencias

Barott, K. L., Venn, A. A., Perez, S. O., Tambutté, S., y Tresguerres, M. (2015). Coral host cells acidify symbiotic algal microenvironment to promote photosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(2)

Hernández-Matehuala, R., Rojas-Molina, A., Vuelvas-Solórzano, A. A., Garcia-Arredondo, A., Alvarado, C. I., Olguín-López, N., y Aguilar, M. (2015). Cytolytic and systemic toxic effects induced by the aqueous extract of the fire coral Millepora alcicornis collected in the Mexican Caribbean and detection of two types of cytolisins. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, *21*(1), 36

Jouiaei, M., Yanagihara, A., Madio, B., Nevalainen, T., Alewood, P., y Fry, B. (2015). Ancient Venom Systems: A Review on Cnidaria Toxins. *Toxins*, *7*(6), 2251–2271

Kramer, R. M., Shende, V. R., Motl, N., Pace, C. N., y Scholtz, J. M. (2012). Toward a Molecular Understanding of Protein Solubility: Increased Negative Surface Charge Correlates with Increased Solubility. *Biophysical Journal*, *102*(8), 1907–1915

Lipkin, R., y Lazaridis, T. (2017). Computational Studies of Peptide-induced Membrane Pore Formation. *Philosophical Transactions Royal Society B*, *372*, 20160219

Liew, Y., Soh, W., Jiemy, W., y Hwang, J. (2015). Mutagenesis and Functional Analysis of the Pore-Forming Toxin HALT-1 from Hydra magnipapillata. *Toxins*, *7*(2), 407–422

McPherson, A., y Gavira, J. A. (2014). Introduction to protein crystallization. *Acta Crystallographica Section F Structural Biology Communications*, *70*(1), 2–20

Ostolaza, H., González-Bullón, D., Uribe, K. B., Martín, C., Amuategi, J., y Fernandez-Martínez, X. (2019). Membrane Permeabilization by Pore-Forming RTX Toxins: What Kind of Lesions Do These Toxins Form? *Toxins*, *11*(6), 354

Podobnik, M., y Anderluh, G. (2017). Pore-forming toxins in Cnidaria. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, *72*, 133–141

Schlegel, S., Genevaux, P., y de Gier, J.-W. (2015). De-convoluting the Genetic Adaptations of E. coli C41(DE3) in Real Time Reveals How Alleviating Protein Production Stress Improves Yields. *Cell Reports*, *10*(10), 1758–1766

Sher, D., Fishman, Y., Zhang, M., Lebendiker, M., Gaathon, A., Mancheño, J.-M., y Zlotkin, E. (2005). Hydralysins, a New Category of β-Pore-forming Toxins in Cnidaria. *Journal of Biological Chemistry*, *280*(24), 22847–22855

Thampi, V. A., Anand, M., y Bauch, C. T. (2018). Socio-ecological dynamics of Caribbean coral reef ecosystems and conservation opinion propagation. *Scientific Reports*, *8*(1), 2597

Yap, W., y Hwang, J. (2018). Response of Cellular Innate Immunity to Cnidarian Pore-Forming Toxins. *Molecules*, *23*(10), 2537

Fraccionamiento parcial de péptidos con actividad nociceptiva aislados de *Palythoa caribaeum*

Edwin J Gachuz[1*]; Alejandro García Arredondo[2], Fernando Lazcano-Pérez[3]; Antonio Romo-Mancillas[2]; M. Moustapha Bah[2]; Escobar-Cabrera J[2]

[1]Posgrado en Ciencias Químico Biológicas, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, 76010, México.

[2]Departamento de Investigación Química y Farmacológica de Productos Naturales, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, 76010, México.

[3]Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 04510, México.

RESUMEN

El filo Cnidaria incluye especies acuáticas que habitan principalmente en ecosistemas marinos. Algunos cnidarios inducen toxicidad debido a enzimas, toxinas formadoras de poros, neurotoxinas y otros componentes bioactivos no proteicos. *Palythoa caribaeorum* es un zoántido cuyo veneno y toxinas han sido poco estudiados. El objetivo de este trabajo fue obtener la fracción que contiene toxinas nociceptivas mediante el uso de un sistema de cromatografía líquida de presión rápida (FPLC). Además, con el fin de obtener alguna información sobre las propiedades químicas de los componentes responsables de estos efectos biológicos; la complejidad de las fracciones se analizó mediante electroforesis. Para evaluar el efecto nociceptivo se utilizó la prueba de formalina, utilizando ratas Wistar como modelo biológico. Del extracto se separaron tres fracciones y la fracción Pc1 indujo actividad nociceptiva a una concentración de 40µg de fracción liofilizada/50µl, además las toxinas nociceptivas son compuestos termolábiles debido a que el extracto desnaturalizado no presenta actividad.

Palabras clave: *Palythoa caribaeorum, efecto* nociceptivo, cnidarios.

ABSTRACT

The phylum Cnidaria includes aquatic species that inhabit mainly in marine ecosystems. Some cnidarians induce toxicity due to enzymes; pore-forming toxins, neurotoxins, and other bioactive non-protein components. *Palythoa caribaeorum* is a zoanthid that its venom and toxins have been poorly studied. The aim of this work was to obtain the fraction that contain nociceptive toxins by using a fast pressure liquid chromatography (FPLC) system. In addition, with the purpose of obtain some information about the chemical properties of the components responsible of these biological effects; the complexity of the fractions was analyzed by electrophoresis. The formalin test was used to evaluate the nociceptive effect, using Wistar rats as a biological model. Three fractions were separated from extract and the fraction Pc1 induced nociceptive activity at a concentration of 40µg of lyophilized fraction/50µl, in addition, the nociceptive toxins are thermolabile compounds because the denatured extract does not present activity.

Keywords: *Palythoa caribaeorum,* nociceptive effect, cnidarians.

INTRODUCCIÓN

El filo cnidaria está integrado por más de 13,000 especies de organismos acuáticos que habitan mayormente en ecosistemas marinos. Las especies pertenecientes a este filo se caracterizan por la presencia de células urticantes, conocidas como cnidocitos, que están distribuidas principalmente en los tentáculos. Cada cnidocito contiene un organelo capsular denominado nematocisto, el cual está cargado de veneno y se encarga de inyectarlo en las presas o depredadores mediante un filamento urticante. Se ha documentado ampliamente que los venenos de los cnidarios están constituidos por una variedad de moléculas como catecolaminas, histamina, hialuronidasas, fibrinolisinas, cininas,

fosfolipasas y varias hemolisinas, toxinas cardiotóxicas y dermatonecróticas (Castañeda y Harvey, 2009; Greene, 2017; Jouiaei et al., 2015; Madio et al., 2019; Özbek et al., 2009).

Las lesiones y síntomas que se generan varían según la especie. Inicialmente se generan erupciones papulares en la piel con sensación de ardor que pueden ser vesiculadas y evolucionar a pustul ización, hemorragia y descamación. Estas lesiones pueden ir acompañadas de dolor local que va desde moderado a intenso. Los efectos sistémicos que se han observado son: debilidad, náuseas, cefaleas, dolor muscular, espasmos y alteraciones cardiacas. Sin embargo, no existe un tratamiento adecuado para estas intoxicaciones. Los remedios inespecíficos consisten en la inactivación de los nematocistos mediante la aplicación de vinagre o ácido acético en la lesión, aunque se ha reportado que algunas veces la aplicación de vinagre conduce a la descarga de los nematocistos en picaduras causadas por ciertas especies. Otra recomendación es lavar la zona afectada con agua de mar para evitar una descarga de los nematocistos. Además, también se recomienda el uso de compresas calientes, ya que se cree que esto ayuda en cierto grado a inactivar algunas de las toxinas del veneno y reducir así el grado de intoxicación (Greene, 2017; Tezcan y Gözer, 2015).

A pesar de que el dolor es un síntoma característico en los casos de intoxicación provocada por contacto con cnidarios, hasta el momento existen pocos estudios acerca de su efecto nociceptivo y se sabe poco sobre los mecanismos de acción involucrados. Por ejemplo, se ha reportado que podría estar implicada la participación de los receptores TRPV1 y los canales iónicos sensibles a ácidos (ASIC). También se sabe que los componentes bioactivos no proteínicos como la serotonina o la histamina presentes en los venenos de cnidarios producen un dolor agudo mediante la activación de los receptores 5-hidroxitriptamina (5-HT), por lo que en algunas ocasiones se recomienda tratar a las personas intoxicadas con antihistamínicos para aliviar los síntomas (Cuypers et al., 2006; Jouiaei et al., 2015; Madio et al., 2019).

Del género *Palythoa* se han reportado efectos antioxidantes, actividad citotóxica, actividad antiparasitaria, así como actividad hemolítica dependiente de la concentración en eritrocitos humanos. Recientemente, los estudios realizados por nuestro grupo de trabajo acerca del efecto nociceptivo e inflamatorio generado por *P. caribaeorum* mostraron que el extracto acuoso contiene toxinas termolábiles responsables de generar estos efectos en modelos *in vivo* (Alencar et al., 2015; Gachuz et al., 2020; Guppy et al., 2019; Lazcano-Pérez et al., 2018).

Debido a que los zoántidos son de las especies menos estudiadas del phylum cnidaria y que son pocos los estudios reportados enfocados en la evaluación del grado y mecanismos de toxicidad de los cnidarios, el presente estudio se enfocó en la determinación de las fracciones que contienen los péptidos con efecto nociceptivo del extracto acuoso de *Palythoa caribaeorum.*

METODOLOGÍA

Animales de laboratorio

En este estudio se empleó un total de 32 ratas macho de la cepa Wistar de aproximadamente 250 g, las cuales se adquirieron del Bioterio del Instituto de Neurobiología de la UNAM, campus Juriquilla, Querétaro. Durante las etapas de adaptación (4 días) y experimental (1 día), los animales se mantuvieron en jaulas de acrílico (187 cm2/animal) en un espacio adecuado ubicado en la planta baja del edificio 2 de la Facultad de Química de la UAQ con ciclos de luz/obscuridad de 12 horas, una ventilación 12 a 15 cambios de aire por hora, temperatura de 22 a 26°C y humedad de entre 45 y 60%. Dicho espacio cuenta con un equipo de control de ambiente adecuado para el mantenimiento de roedores (NOM-062-ZOO-1999, apartado 6.1). Los animales se mantuvieron en condiciones de agua y alimento (alimento ABENE BDL-7100 para animales de laboratorio en fase de mantenimiento) *ad libitum* (NOM-062-ZOO-1999 apartado 5.1). La limpieza de los confinamientos se realizó cada 2 días. Una vez concluidos los ensayos, se indujo la eutanasia de los animales mediante una inyección intraperitoneal de pentobarbital sódico a una dosis de 120 mg/kg (NOM-062-ZOO-1999 apartado 9.4). De acuerdo con la clasificación de actividades experimentales de la NOM-062-ZOO-

1999 (Apéndice A), el grado de molestia que se causa a los animales de investigación es de categoría D.

Efecto nociceptivo

La capacidad del extracto para inducir dolor se evaluó mediante el ensayo de la formalina (Dubuisson y Dennis, 1977). Se disolvieron las fracciones (40 µg de proteína/pata en 50 µl de solución salina estéril) y se administraron por vía intraplantar en la región anterior del miembro posterior derecho. Se empleo un grupo como control positivo, un grupo como control negativo (n=4). Para la evaluación del efecto nociceptivo generado por el extracto desnaturalizado, se desnaturalizo la muestra mediante desnaturalización térmica a una temperatura de 90°C durante 5 minutos. Para la etapa de aislamiento y purificación, se evaluaron las distintas fracciones obtenidas con el fin de descartar a aquellas que no presentaran actividad empleando un grupo por fracción (n=4). Durante el ensayo, cada rata se colocó en un contenedor de vidrio para su observación. El comportamiento nociceptivo se registró midiendo el tiempo de lamido, estremecimiento y levantamiento de la pata trasera inyectada utilizando cronómetros. El periodo de observación se realizó en dos fases: fase neurogénica, de 0 a 10 min después de la administración; fase inflamatoria, de 10 a 50 min después de la inyección. Se empleo un grupo control positivo al que se le administraron 50 µL de formalina al 2.5% y un grupo control negativo al que se le administraron 50 µL de solución salina estéril. Se grabaron todos los experimentos en video para propósitos de respaldo.

Fraccionamiento de los extractos por cromatografía de filtración en gel

A partir del extracto liofilizado del zoántido *P. caribaeorum*, se preparó una solución acuosa a una concentración de 50 mg/mL. Posteriormente, se fracciono a través de una columna de cromatografía líquida de rendimiento rápido (Sephadex G-50, 1,0 × 48 cm) acoplada a un sistema purificador ÄKTA (UPC 100, GE Healthcare). Se eluyeron las muestras (500 µg de proteína/500 µL) con ácido acético 1,6 mM a un flujo de 1 mL/min. La detección se realizó a una longitud de onda de 280 nm y las fracciones se recolectaron y agruparán de acuerdo con los picos observados en el cromatograma.

Análisis de las fracciones mediante electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE)

Se realizo un análisis del extracto mediante SDS-PAGE bajo condiciones no reductoras y reductoras (Laemmli, 1970). En condiciones no reductoras, la muestra se disolvió en relación 1:1 en una solución amortiguadora de muestra (Bio-Rad, cat #161-0737). Para las condiciones reductoras, la muestra se diluyo en proporciones 1:1 en una solución amortiguadora de muestra que contenia β-mercaptoetanol y se calento a 95 °C durante 5 minutos. Posteriormente, se prepararon geles de poliacrilamida al 12%. La separación se llevará a cabo a 120 V durante 2 horas a 4 °C, utilizando Tris-Glicina como solución amortiguadora (Tris 25 mM, glicina 192 mM, pH 8.3, Bio-Rad, cat #161-0734). Las bandas de proteínas se visualizaron utilizando una solución de tinción con azul brillante de Coomassie R-250 (Bio-Rad, cat #161-0437), y las masas moleculares relativas se determinarán mediante comparación con un estándar de polipéptidos de amplio rango (Bio-Rad, cat #161-0376).

Análisis estadístico

Los datos y los análisis estadísticos se realizaron empleando el programa estadístico Prisma 5.0 (GraphPad Software, Inc., EE. UU.). Todos los resultados se expresaron como medias ± error estándar de la media (S.E.M.), de cuatro repeticiones. Se realizarán comparaciones múltiples mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), seguido de una prueba *post-hoc* de *Dunnett*. En todos los casos, la significancia estadística está indicada por $p < 0.05$.

RESULTADOS

En este estudio, se empleó el ensayo de la formalina, una técnica reconocida para evaluar el comportamiento nociceptivo en modelos animales. Se inyectó formalina al 2.5% como control positivo en la región plantar de la pata posterior de los roedores, los resultados obtenidos se muestran en la imagen 1, donde el extracto de *P. caribaeorum* muestra una respuesta en dos fases.

Durante la primera fase, se observó una marcada elevación y lamido de la pata inyectada, lo cual es indicativo de un dolor agudo. La segunda fase, que inició aproximadamente a los 10 minutos, mostró una respuesta persistente, aunque de menor intensidad, sugiriendo un componente inflamatorio del dolor.

Además, se muestra la respuesta del extracto de *P. caribaeorum* al ser desnaturalizado mediante tratamiento térmico, se aprecia que el efecto se vio inhibido, lo que sugiere que las moléculas responsables del efecto nociceptivo podrían ser termolábiles y de naturaleza proteica, las cuales, al ser sometidas a altas temperaturas presentan una desnaturalización irreversible generando así la pérdida de su actividad biológica.

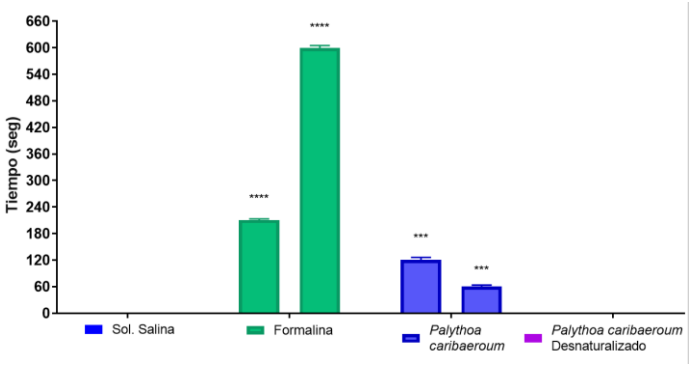


Imagen 1. Evaluación del efecto nociceptivo del extracto sin desnaturalizar y desnaturalizado. *Diferencia significativa.

En la imagen 2 A, se presenta el gel SDS-PAGE (12% acrilamida) del extracto de *P. caribaeorum* (10 µg de proteína) en condiciones no reductoras. En el carril 1 se observa el marcador de peso molecular de amplio rango, el carril 2 corresponde al extracto de P. caribaeorum. Se observan bandas que tienen un peso molecular estimado entre 10 kDa y 200 kDa. En la imagen 2 B, se presenta el gel SDS-PAGE (12% acrilamida) del extracto de *P. caribaeorum* (10 µg de proteína) en condiciones reductoras usando β-mercaptoetanol como agente reductor. Los carriles corresponden a los mismos señalados anteriormente, La banda con pesos moleculares mayor a 30 kDa, podría coincidir con la fosfolipasa reportada por Cuevas-Cruz et al., (2019).

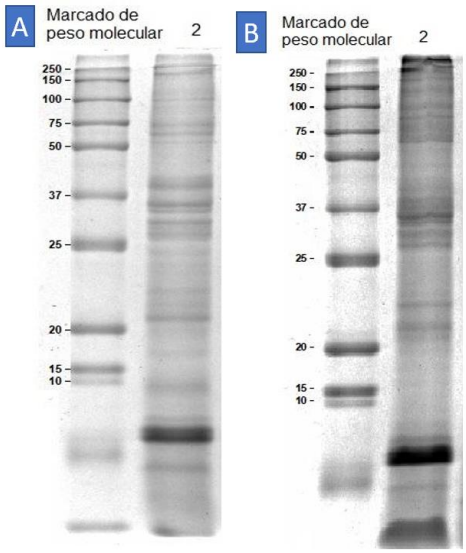


Imagen 2. gel SDS-PAGE (12% acrilamida) del extracto de P. caribaeorum.

En la imagen 3, se aprecia el cromatograma del extracto acuoso de *P. caribaeorum* a través de la técnica de FPLC. Se observa una serie de picos que representan diferentes componentes presentes en la muestra. La separación de las fracciones se llevó a cabo conforme a cada sección marcada en el cromatograma como PC1, PC2 y PC3.

Además, la intensidad de los picos refleja la concentración relativa de los componentes en la muestra. El pico más alto representa el componente más abundante. Sin embargo, es importante tener en cuenta que factores como la calibración del detector y la precisión de la inyección también pueden influir en la cuantificación precisa.

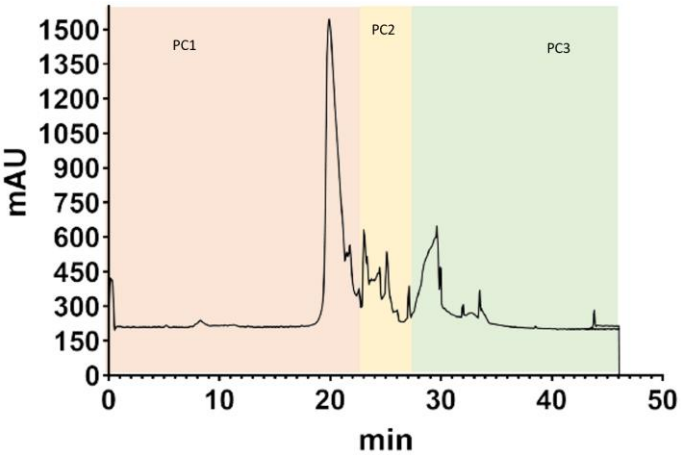


Imagen 3. Cromatograma del extracto acuoso de P. caribaeorum

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, el extracto acuoso de *P. caribaeorum* contiene toxinas de origen proteínico capaces de causar dolor en modelos in vivo; además, las toxinas responsables del efecto nociceptivo no son termoestables, ya que al desnaturalizarlas se pierde el efecto.

En el gel SDS-PAGE (12% acrilamida) del extracto de *P. caribaeorum* se observan bandas un peso molecular estimado entre 10 kDa y 200 kDa.

El cromatograma FPLC proporciona información valiosa sobre la composición de la muestra y la eficiencia del proceso de separación. Estos resultados servirán como base para posteriores análisis y purificaciones de los componentes individuales, lo que permitirá una mejor comprensión de la composición de la muestra y su potencial aplicación en investigaciones futuras.

El presente estudio tiene las siguientes limitaciones: hace falta evaluar la actividad nociceptiva de las fracciones obtenidas del extracto acuoso de *P. caribaeorum*, para posteriormente poder indagar sobre los receptores involucrados en el proceso de nocicepción y así poder proponer tratamientos para tratar las intoxicaciones por cnidarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beckmann, A., y Özbek, S. (2012). The nematocyst: A molecular map of the cnidarian stinging organelle. International Journal of Developmental Biology, 56(6–8), 577–582. https://doi.org/10.1387/ijdb.113472ab

Castañeda, O., y Harvey, A. L. (2009). Discovery and characterization of cnidarian peptide toxins that affect neuronal potassium ion channels. Toxicon, 54(8), 1119–1124. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.02.032

Chen, S. R., Wang, S. W., Su, C. J., Hu, H. C., Yang, Y. L., Hsieh, C. T., Peng, C. C., Chang, F. R., y Cheng, Y. Bin. (2018). Anti-lymphangiogenesis components from zoanthid Palythoa tuberculosa. Marine Drugs, 16(2), 1–10. https://doi.org/10.3390/md16020047

Cuypers, E., Yanagihara, A., Karlsson, E., y Tytgat, J. (2006). Jellyfish and other cnidarian envenomations cause pain by affecting TRPV1 channels. FEBS Letters, 580(24), 5728–5732. https://doi.org/10.1016/j.febslet.2006.09.030

De Alencar, D. B., Melo, A. A., Silva, G. C., Lima, R. L., Pires-Cavalcante, K. M. S., Carneiro, R. F., Rabelo, A. S., Sousa, O. V., Vieira, R. H. S. F., Viana, F. A., Sampaio, A. H., y Saker-Sampaio, S. (2015). Antioxidant, hemolytic, antimicrobial, and cytotoxic activities of the tropical Atlantic marine zoanthid Palythoa caribaeorum. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 87(2), 1113–1123. https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140370

Dubuisson, D., y Dennis, S. G. (1977). The formalin test: A quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine, and brain stem stimulation in rats and cats. Pain, 4(C), 161–174. https://doi.org/10.1016/0304-3959(77)90130-0

Ferreira Junior, W. A., Zaharenko, A. J., Kazuma, K., Picolo, G., Gutierrez, V. P., De Freitas, J. C., Konno, K., y Cury, Y. (2018). Peripheral 5-HT3 receptors are involved in the antinociceptive effect of bunodosine 391. Toxins, 10(1), 1–15. https://doi.org/10.3390/toxins10010012

Frazão, B., Vasconcelos, V., y Antunes, A. (2012). Sea anemone (cnidaria, anthozoa, actiniaria) toxins: An overview. En Marine Drugs. https://doi.org/10.3390/md10081812

Gachuz, E. J., Bah, M., Rojas-Molina, J. I., Escobar Cabrera, J., Zavala-Gómez, J. H., y García-Arredondo, A. (2020). Evaluación del efecto nociceptivo e inflamatorio de los extractos acuosos y fracciones obtenidas a partir de los cnidarios Carybdea marsupialis, Palythoa caribaeorum y Stichodactyla helianthus. Universidad Autómona de Querétaro.

Greene, S. (2017). Cnidaria Envenomation. Medscape, 1–11. http://emedicine.medscape.com/article/769538-overview

Guppy, R., Ackbarali, C., y Ibrahim, D. (2019). Toxicity of crude organic extracts from the zoanthid Palythoa caribaeorum: A biogeography approach. Toxicon, 167(January), 117–122. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2019.06.020

Jouiaei, M., Yanagihara, A. A., Madio, B., Nevalainen, T. J., Alewood, P. F., y Fry, B. G. (2015). Ancient venom systems: A review on cnidaria toxins. Toxins, 7(6), 2251–2271. https://doi.org/10.3390/toxins7062251

Kitatani, R., Yamada, M., Kamio, M., y Nagai, H. (2015). Length is associated with pain: Jellyfish with painful sting have longer nematocyst tubules than harmless jellyfish. PLoS ONE, 10(8), 1–13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135015

Konno, K., Gutierrez, V., Picolo, G., Kazuma, K., Zaharenko, A., Ferreira Junior, W., Cury, Y., y de Freitas, J. (2017). Peripheral 5-HT3 Receptors Are Involved in the Antinociceptive Effect of Bunodosine 391. Toxins, 10(1), 12. https://doi.org/10.3390/toxins10010012

Lazcano-Pérez, F., Castro, H., Arenas, I., García, D. E., González-Muñoz, R., y Arreguín-Espinosa, R. (2016). Activity of Palythoa caribaeorum venom on voltage-gated ion channels in mammalian superior cervical ganglion neurons. Toxins, 8(5). https://doi.org/10.3390/toxins8050135

Lazcano-Pérez, F., Zavala-Moreno, A., Rufino-González, Y., Ponce-Macotela, M., García-Arredondo, A., Cuevas-Cruz, M., Gómez-Manzo, S., Marcial-Quino, J., y Arreguín-Espinosa, R. (2018). Hemolytic,

anticancer and antigiardial activity of Palythoa caribaeorum venom. Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases, 24(1), 1–7. https://doi.org/10.1186/s40409-018-0149-8

Madio, B., King, G. F., y Undheim, E. A. B. (2019). Sea anemone toxins: A structural overview. Marine Drugs, 17(6), 1–26. https://doi.org/10.3390/md17060325

Özbek, S., Balasubramanian, P. G., y Holstein, T. W. (2009). Cnidocyst structure and the biomechanics of discharge. Toxicon, 54(8), 1038–1045. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.03.006

Tezcan, Ö. D., y Gözer, Ö. (2015). Severe Toxic Skin Reaction Caused by a Common Anemone and Identification of the Culprit Organism. Journal of Travel Medicine, 22(4), 269–271. https://doi.org/10.1111/jtm.12223

Tibballs, J., A. Yanagihara, A., C. Turner, H., y Winkel, K. (2012). Immunological and Toxinological Responses to Jellyfish Stings. Inflammation & Allergy - Drug Targets, 10(5), 438–446. https://doi.org/10.2174/187152811797200650

Prevención de disbiosis intestinal por el consumo de grillo

Escobar-Ortiz Alexandro[1], Peréz-Ramirez Iza Fernanda[1], Mora-Izaguirre Ofelia[2] Feregrino-Pérez Ana Angelica[3], Rodríguez-García Mario Enrique[4], Hernández-Saavedra Diego[5], Minerva-Ramos-Gómez[1], Reséndiz-Nava Carolina[1], Reynoso-Camacho Rosalía[1].

[1] Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Mexico

[2] Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, Mexico

[3] División de Estudios de Posgrado, C.A. Bioingeniería Básica y Aplicada, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Mexico

[4] Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla

[5] Department of Physiology and Cell Biology, Dorothy M. Davis Heart and Lung Research Institute, The Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, Ohio

Resumen: El grillo *Acheta domesticus* (AD) se recomienda como alternativa alimentaria al ser una fuente de fibra y proteína que pueden tener efectos benéficos para la salud en el control de enfermedades metabólicas. Efectos que se han demostrado en estudios *in vitro* donde los mecanismos de acción no están identificados. El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de AD en la prevención de la obesidad y sus complicaciones. Asimismo, determinar la capacidad de AD para modificar las poblaciones bacterianas intestinales y su efecto en la inflamación. Se realizó un estudio en ratas alimentadas con una dieta alta en grasas y fructosa (DAGF), suplementada con AD al 4% y al 8%, durante 16 semanas y ambas concentraciones redujeron la ganancia de peso corporal (9% y 19% respectivamente). Además, disminuyo la resistencia a la insulina, siendo el grupo suplementado con 8% de AD quien mostró valores similares al grupo estándar. La suplementación con AD incrementó la diversidad de la microbiota intestinal y promovió un aumento en la abundancia relativa del filo *Bacteroidetes* y la familia bacteriana, *Prevotellaceae*, que se asocian a un fenotipo saludable; mientras que, en el filo *Firmicutes* la familia bacteriana *Clostridiaceae* disminuyó su abundancia, estos microorganismos están relacionados con un estado metabólico alterado. Asimismo, el consumo de AD redujo la concentración de citocinas inflamatorias, posiblemente por menor permeabilidad intestinal de endotoxinas derivadas del lumen. Se demostró que el consumo de AD previene las alteraciones metabólicas de la obesidad, los cuales se relacionaron con cambios en la microbiota.

Abstrac: The house cricket (*Acheta domesticus*, AD) is recommended as a dietary alternative due to being a source of fiber and protein that may have beneficial effects on health in the control of metabolic diseases. These effects have been demonstrated in *in vitro* studies where the mechanisms of action are not identified. The objective of this research was to determine the effects of AD in preventing obesity and its complications. Additionally, to determine the ability of AD to modify intestinal bacterial populations and its effect on inflammation. A study was conducted on rats fed a high-fat and fructose diet (HFFD), supplemented with 4% and 8% AD, for 16 weeks, and both concentrations reduced body weight gain (9% and 19%, respectively). Furthermore, it decreased insulin resistance, with the 8% AD supplemented group showing values similar to the standard group. Supplementation with AD increased the diversity of the intestinal microbiota and promoted an increase in the relative abundance of the phylum *Bacteroidetes* and the bacterial family *Prevotellaceae*, which are associated with a healthy phenotype; whereas, in the phylum *Firmicutes*, the bacterial family *Clostridiaceae* decreased in abundance, these microorganisms are related to altered metabolic state. Additionally, consumption of AD reduced the concentration of inflammatory cytokines, possibly due to lower intestinal permeability of luminal-derived endotoxins. It was demonstrated that AD consumption prevents metabolic alterations of obesity, which were related to changes in the microbiota.

Palabras clave: *Acheta domesticus*, obesidad, microbiota, inflamación.

Introducción:

La obesidad se considera un factor de riesgo primario para el desarrollo de resistencia a la insulina (RI). Por lo tanto, existe un creciente interés en el consumo de alimentos ricos en compuestos bioactivos como alternativas terapéuticas para el manejo de la obesidad y sus complicaciones. Entre las fuentes inexploradas de compuestos bioactivos, se encuentran los insectos comestibles (Ahn et al., 2016).

Entre las diversas especies de insectos comestibles, el grillo *Acheta domesticus* (AD) se destaca por su contenido nutricional, siendo especialmente rico en proteínas, fibra, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas y minerales (Montowska et al., 2019; Oonincx et al., 2020). Con el creciente interés en el consumo de insectos comestibles, se ha observado una tendencia hacia la exploración de sus propiedades bioactivas (Sipponen et al., 2018).

La especie de grillo AD*,* reconocida a nivel mundial por su relevancia económica, ha recibido escasa atención en estudios que aborden su efecto protector contra la obesidad y sus complicaciones.

Recientemente se ha demostrado que la combinación de cacao, harina de grillo y nopal tiene efectos positivos en la obesidad, reduciendo peso corporal, masa grasa y acumulación lipídica en el hígado de ratones obesos. Sin embargo, se generaron pocos cambios en la microbiota intestinal y en el mencionado estudio, solo evaluó la combinación de estos alimentos, dificultando entender sus efectos individuales (Rosas-Campos et al., 2022).

En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto protector de AD en la prevención de la obesidad y sus complicaciones y su asociación con las poblaciones bacterianas intestinales y su efecto en la inflamación.

Metodología:

Análisis del consumo de AD en un modelo de obesidad *in vivo*

Se adquirieron ratas Wistar machos de seis semanas de edad (180 ± 20 g) del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, Querétaro, México). Se mantuvieron a las ratas en un ciclo de luz-oscuridad de 12 horas a 25 ± 2°C, con un 55 ± 15% de humedad, y se les permitió aclimatarse durante una semana. El comité de bioética de la Universidad Autónoma de Querétaro (CBQ20/100) aprobó el procedimiento experimental. Los animales fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos experimentales (n = 8). El grupo control saludable fue alimentado con una dieta estándar (DE) (Rodent Lab chow 5001, Purina). Los grupos restantes fueron alimentados con una dieta alta en fructosa y grasas (DAGF) que consistió en un 60% de DE, un 20% de manteca, un 20% de fructosa y un 0.03% de minerales y vitaminas.

Para la suplementación con AD, las ratas fueron alimentadas con una DAGF mezclado con harina de AD comercial al 4% y 8% en peso (DAGF + 4% AD y DAGF + 8% AD, respectivamente). Se proporcionó alimento y agua *ad libitum* durante todos los experimentos. A lo largo del período experimental de 16 semanas, se midieron semanalmente el peso corporal el consumo de alimentos. Una semana antes del final del período experimental, se recolectaron muestras frescas de heces, que fueron congeladas rápidamenteen nitrógeno líquido y almacenadas a -80 °C para análisis de microbiota fecal.

Al final del período experimental, las ratas fueron ayunadas (8-12 h) y sacrificadas por decapitación. Inmediatamente, se recogió sangre en tubos vacutainer para la separación del suero, que se almacenó a -80 °C para análisis posteriores.

Para evaluar la resistencia a la insulina, se cuantificó la glucosa en suero en ayunas utilizando un kit enzimático-colorimétrico (SpinReact, España), y los resultados se expresaron en mg/dL. Además, se llevó a cabo la cuantificación de la insulina en suero en ayunas con un kit de ELISA (Millipore, EE. UU.), y los resultados se expresaron en ng/mL. Por último, se determinó el índice de evaluación del modelo

homeostático (HOMA) utilizando la siguiente fórmula:

índice HOMA = insulina en ayunas (μU/ml) × [glucosa en ayunas (mmol/L)/22.5].

Análisis del consumo de AD sobre los cambios de la microbiota fecal

Para el análisis del microbiota fecal, las muestras fueron procesadas y analizadas utilizando el Servicio ZymoBIOMIC: Secuenciación Metagenómica Dirigida (Zymo Research, Irvine, CA).

La extracción de ADN se realizó utilizando un Kit ZymoBIOMIC DNA Miniprep comercial (Zymo Research, Irvine, CA), siguiendo las instrucciones del fabricante, y el ADN se almacenó a -20 °C hasta su análisis.

La preparación de la biblioteca de secuenciación se realizó utilizando PCR en tiempo real para controlar los ciclos y limitar la formación de quimeras por PCR. Los productos finales de PCR fueron cuantificados mediante lecturas de fluorescencia de qPCR y agrupados en función de la molaridad igual. La biblioteca agrupada final se limpió utilizando Select-a-Size DNA Clean & Concentratorn® (Zymo Research, Irvine, CA), cuantificada utilizando TapeStation (Agilent Technologies® Santa Clara, CA) y Qubit® (Thermo Fisher Scientific, Waltham, WA). Se utilizó el Estándar de ADN de Comunidad Microbiana ZymoBIOMIC (Zymo Research, Irvine, CA) como control positivo para cada preparación de biblioteca dirigida. La biblioteca final se secuenció en un Illumina MiSeq utilizando un kit de reactivos v3 (600 ciclos). La secuenciación se realizó con una adición de 10% de PhiX.

Análisis Bioinformático: Las secuencias de amplicones únicos se inferieron a partir de las lecturas crudas utilizando la secuencia Dada2. Las secuencias quiméricas también fueron eliminadas utilizando Dada2. La asignación de taxonomía se realizó utilizando Uclust de Qiime v.1.9.1. La taxonomía se asignó utilizando la base de datos 16S de Zymo Research.

Se identificó la taxonomía con abundancia significativa entre diferentes grupos utilizando LEfSe.

Análisis estadísticos

Los resultados de los parámetros biológicos y bioquímicos del modelo *in vivo* se reportaron como la media ± desviación estándar, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%. La comparación entre todos los tratamientos se realizó con la prueba de Tukey. Los datos se analizaron con el paquete estadístico utilizando el software R 3.4.

Para los resultados del análisis de microbiota fecal se realizó un análisis de coordenadas principales PCoA, utilizando una matriz de distancia entre muestras calculada por la disimilitud de bray-curtis, usando variantes de secuencia de amplicón únicas (ASV).

Resultados:

Efecto de la adición de AD sobre el peso corporal y la resistencia a la insulina

En el Cuadro 1 se presenta el peso corporal inicial de los cuatro grupos experimentales, donde las medias de todos los grupos fueron 190-200 g; después de 16 semanas de experimentación, el grupo DAGF incrementó un 30% el peso corporal respecto al grupo alimentado con una DE. Los animales con AD al 4% y 8%, ganaron 6.9% y un 11.6% respectivamente, menos peso corporal comparado con los animales alimentados con una DAGF.

En cuanto al consumo calórico, no se observaron diferencias estadísticas en los cuatro grupos experimentales. Por lo tanto, la reducción de peso por la inclusión de AD en la DAGF no se puede atribuir a una menor ingesta de energía.

Cuadro 1. Efecto de la suplementación de *Acheta domesticus* en una dieta alta en grasa y fructosa sobre la ganancia de peso, consumo calórico y peso relativo del tejido adiposo mesentérico.

	Grupos			
	Dieta estándar	**DAGF**	**DAGF + 4% AD**	**DAGF + 8% AD**
Peso corporal inicial (g)	192 ± 10a	194 ± 12a	197 ± 13 a	198 ± 13a
Peso corporal final (g)	542 ± 23b	707 ± 25a	658 ± 23a	625 ± 23ab
Ganancia de peso (Δ)	350 ± 38c	511 ± 60a	461 ± 81ab	411 ± 50bc
Consumo calórico (KJ/día/rata)	552 ± 57a	539 ± 33a	528 ± 32a	555 ± 56a
Tejido adiposo mesentérico (%)	0.7 ± 0.1c	1.8 ± 0.4a	1.7 ± 0.2 ab	1.3 ± 0.3b

Los valores corresponden a medias ± desviación estándar (n = 8). Letras diferentes indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (α=0.05).

EL peso relativo del tejido adiposo mesentérico (TAM) del grupo DAGF aumentó 59% comparado con el de DE, mientras que el 4% y 8% de AD en la DAGF disminuyó 6.5% y 27% ($p<0.05$), la acumulación de TAM, respectivamente (Cuadro 1).

Una de las principales complicaciones asociadas a la obesidad es la resistencia a la insulina, por lo tanto, se evaluó el efecto de la suplementación de AD sobre los niveles de glucosa e insulina en ayunas de los animales alimentados con una DAGF. Con estos se calculó la resistencia a la insulina (HOMA-IR), el cual, es un modelo que se utiliza para predecir las relaciones de la dinámica de la glucosa y la insulina.

En la Figura 1 se muestra que el grupo DAFG aumentó los niveles de insulina y glucosa en ayunas (242% y 70%, respectivamente) en comparación con los animales de la DE. Además, se incrementó en un 451% el índice HOMA, lo que indica el desarrollo de RI del grupo DAFG. En grupo alimentado con DAGF y harina de grillo al 4% no presento efectos sobre la insulina, la glucosa y el índice HOMA-IR. Sin embargo, cuando la dosis de harina de grillo aumentó al 8%, redujo significativamente la insulina, la glucosa y el índice HOMA en un 52%, 19%, y 61%, respectivamente, en comparación con el grupo de DAFG. Por lo tanto, la suplementación con harina de AD al 8% en la DAGF mejora significativamente la resistencia a la insulina.

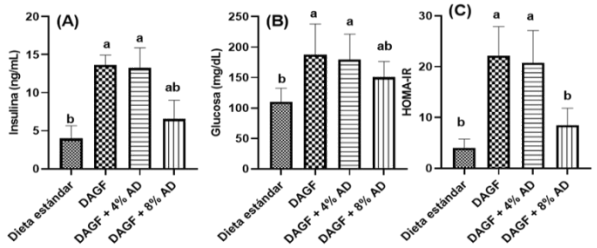


Figura 1. Efecto de la suplementación de harina de *Acheta domesticus* sobre parámetros de resistencia a la insulina. (A) Insulina en ayunas. (B) Glucosa en ayunas. (C) Índice HOMA-IR. Los valores corresponden a medias ± desviación estándar (n = 8). Letras diferentes indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (α=0.05).

Efecto de la adición de AD sobre la microbiota fecal

En las Figuras 2a y 2b se muestra la α diversidad por los índices de Shannon y Simpson. El grupo de DAGF mostró una disminución de la α diversidad, en comparación con los animales de la DE. Por otro lado, los animales alimentados con una DAGF y 4% y 8% de AD mostraron un incremento en la α diversidad, medida por ambos índices y comparado con el grupo DAGF ($p<0.05$).

La reducción de la α diversidad, cuantificada por el índice de Shannon dentro del grupo obeso (Figura 2a), es consistente con los hallazgos de un metaanálisis realizado por Pinart et al. (2021), el cual mostró reducciones estadísticamente significativas en el índice de Shannon en veintidos estudios para personas obesas en comparación con sus contrapartes no obesas.

Por lo tanto, el incremento en la α diversidad, de la microbiota fecal, en los tratamientos suplementados con harina de grillo en una DAGF, sugeriere una mejora en las poblaciones bacterianas intestinales, y esto podría estar relacionado con una menor resistencia a la insulina.

En cuanto al nivel taxonómico del filo, se han identificado varios filos bacterianos que son comunes

en la microbiota intestinal humana. Estos filos comprenden una amplia gama de especies bacterianas y cada una realiza funciones específicas en el intestino y en la interacción con nuestro organismo (Zsálig et al., 2023)

Se ha demostrado que las personas obesas tienen una mayor proporción de bacterias *Firmicutes* y una proporción menor de bacterias *Bacteroidetes* en comparación con las personas con peso normal (Magne et al., 2020

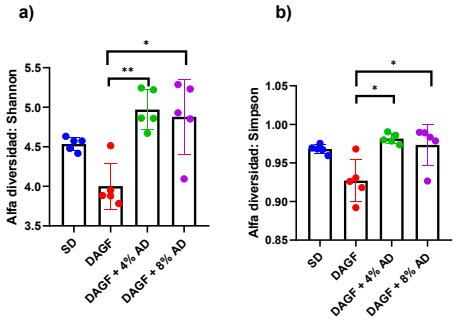


Figura 2. Índices del α diversidad Shannon y Simpson de la microbiota fecal de ratas alimentadas con una dieta alta en grasa y fructosa (DAGF) y suplementada con *Acheta domesticus* (AD) al 4 y 8%. DE: Dieta estándar. Las barras indican media ± desviación estándar (n=5). *p < 0.05, **p < 0.01 por la prueba de Kruskal-Wallis.

La Figura 3 muestra la abundancia relativa de la microbiota fecal a nivel taxonómico de filo. Más del 80% de las bacterias encontradas en este experimento corresponden a los filo *Bacteroidetes* y *Firmicutes*, resultados consistentes con otros reportados en la literatura, otros filos bacterianos encontrados en menor medida fueron *Actinobacteria* y *Euryarcheota* (Zsálig et al., 2023).

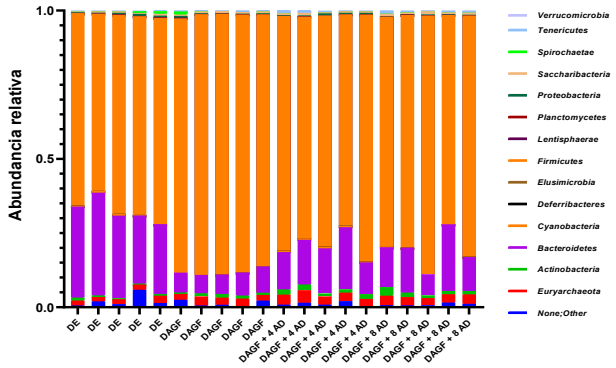


Figura 3. Abundancia relativa a nivel filo de la microbiota fecal de ratas alimentadas con una dieta alta en grasa y fructosa (DAGF) y suplementada con *Acheta domesticus* (AD) al 4 y 8%.

Dado que los dos filos principales fueron *Bacteroidetes* y *Firmicutes* y que numerosos estudios sugieren que el cambio en la composición de estos dos filos puede ser un marcador de "disbiosis" en la obesidad, la Figura 4 muestra la abundancia de estos dos filos bacterianos de la microbiota fecal.

Para el filo *Firmicutes,* el grupo alimentado con una DAGF presenta un aumento estadísticamente significativo (p <0.05) en comparación con el grupo DE, mientras que los grupos tratados no presentan una reducción significativa de la abundancia de *Firmicutes* comparado con el grupo DAG

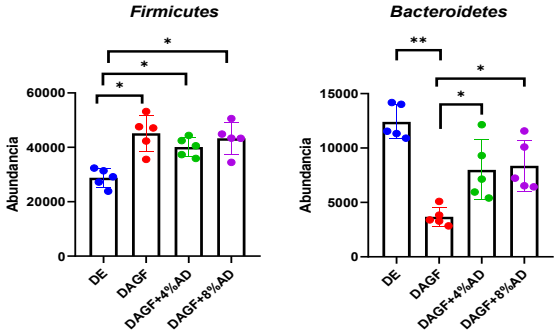


Figura 4. Abundancia del filo *Firmicutes* y *Bacteroidetes* en heces de ratas alimentadas una dieta alta en grasa y fructosa y suplementada con *Acheta domesticus*. DE: Dieta estándar. DAGF: Dieta alta en grasa y fructosa. AD: Acheta domesticus. Las barras indican media ± desviación estándar (n=5). *p < 0.05, ** p < 0.01 por la prueba de Kruskal-Wallis.

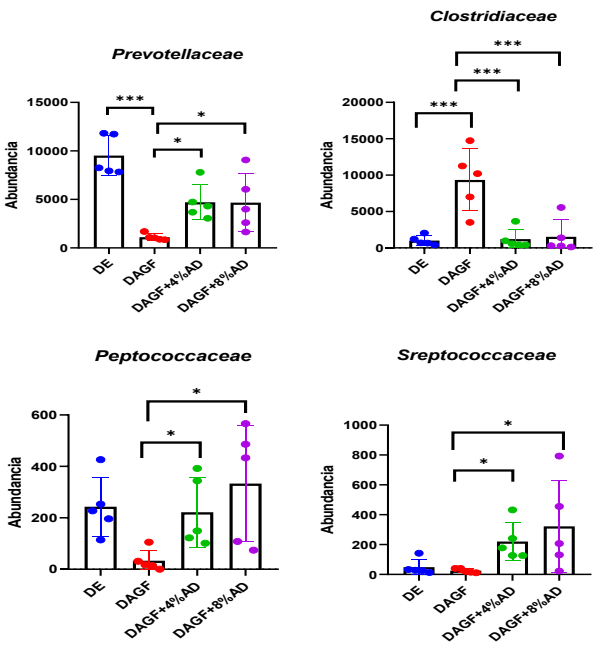


Figura 5. Abundancia relativa de familias del microbiota fecal de ratas alimentadas con una dieta alta en grasa y fructosa (DAGF) y suplementada con *Acheta domesticus* (AD) al 4 y 8%. DE: Dieta estándar. DAGF: Dieta alta en grasa y fructosa. AD: *Acheta domesticus*. Las barras indican media ± desviación estándar (n=5). * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001 por la prueba de Kruskal-Wallis.

En cuanto al filo bacteriano *Bacteroidetes,* los animales alimentados con dietas con 4% y 8% de AD mostraron un aumento (p<0.05) en la abundancia en comparación con los animales alimentados solo con una DAGF (Figura 4). Independientemente de la concentración de grillos evaluada en este estudio, se observa un aumento similar en el filo *Bacteroidetes*, lo que podría sugerir una saturación de la fermentación en las condiciones de estudio evaluadas.

Se eligieron las cuatro familias bacterianas para examinar sus variaciones en términos de abundancia relativa individual. Estas 4 familias se seleccionaron, ya que mostraban los resultados más contrastantes entre tratamientos (Figura 5) y de acuerdo al análisis LDA Effect size Lefse (Datos no mostrados) eran candidatos de marcadores bacterianos del cambio de la microbiota fecal de los tratamientos.

Con respecto a la familia *Prevotellaceae*, se observó una disminución estadísticamente significativa (p <0.001) en los animales alimentados con DAGF en comparación con los alimentados con DE. Mientras que los grupos con AD al 4% y al 8%, mostraron un aumento en la abundancia de esta familia bacteriana (p <0.05) en comparación con el grupo de DAGF.

Otra familia bacteriana que cambió fue la *Clostridiaceae*, esta aumentó en los grupos alimentados con DAGF en comparación con los de la DE (p <0.001). Por el contrario, los animales tratados con AD mostraron una disminución en esta familia en comparación con los animales alimentados con DAGF (p < 0.001).

Para la familia *Streptococcaceae*, sus niveles se mantuvieron similares en animales alimentados con DE y DAGF. Sin embargo, estos se aumentaron con concentraciones más altas de AD. Especies de esta familia, como *Streptococcus thermophilus*, tienen una alta capacidad de degradación de derivados de quitina, incluidos los oligosacáridos de quitina. Además, *Streptococcus thermophilus* se ha relacionado con una reducción de la inflamación en ratones con septicemia (Han et al., 2020).

Este estudio encontró que la adición de harina de grillo a una DAGF induce cambios en la microbiota intestinal, y dicha harina mejora los parámetros relacionados con la resistencia a la insulina. Para determinar si el efecto de la inflamación sistémica en suero puede ser el mecanismo que relaciona las mejoras en la microbiota con los parámetros metabólicos. Se realizó un perfil de 10 marcadores de inflamación y de estas, sólo el TNF-α, la IL-2, la IL1a y la IL-1b mostraron cambios en las ratas alimentadas con AD comparadas con el grupo DAGF, por lo tanto, son las citocinas que se muestran en la Figura 6. Estas presentaron una tendencia a disminuir en ambos tratamientos con AD.

En cuanto a las citocinas IL-1β y la IL-1α, miembros de la familia de la interleucina-1, se ha reportado que desempeñan un papel fundamental en la obesidad. En ambas citocinas el grupo DAGF mostró incrementos estadísticamente significativo comparado con los animales alimentados con una DE. Además, la inclusión de AD generó una reducción estadísticamente significativa respecto

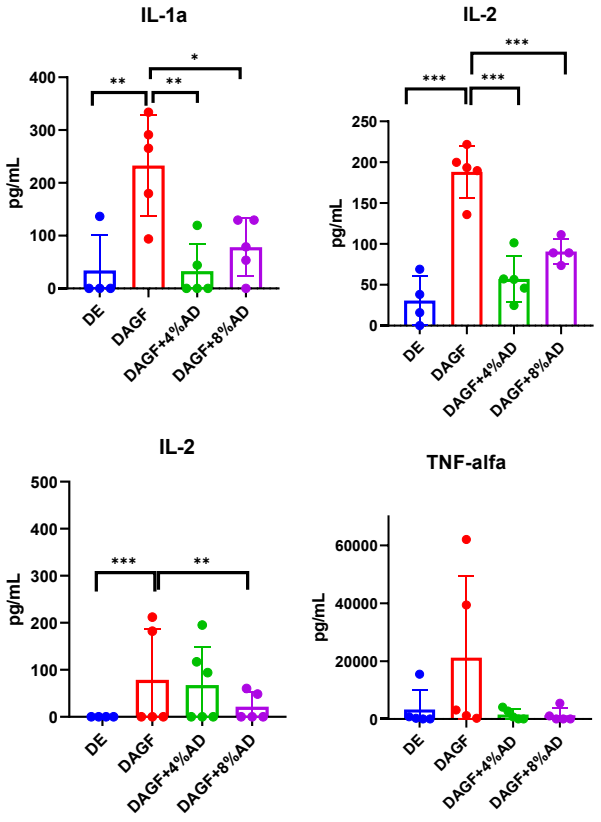


Figura 6. Citocinas en suero de ratas alimentadas con una dieta alta en grasa y fructosa (DAGF) y suplementada con *Acheta domesticus* (AD) al 4 y 8%. DE: Dieta estándar. DAGF: Dieta alta en grasa y fructosa. Las barras indican media ± desviación estándar (n=5). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ por la prueba de Kruskal-Wallis.

al grupo de DAGF. Resultados similares al comportamiento de las citocinas IL-1β y la IL-1α se encontraron en el comportamiento de las citocinas IL-2 y TNF-α.

Discusión y conclusión:

La suplementación de harina de AD en una DAGF ,produjo un menor peso corporal y disminución del tejido adiposo mesentérico (TAM). La acumulación de TAM está relacionada con el desarrollo de disfunción metabólica; este es el primer sitio al que llegan los quilomicrones desde el intestino, su acumulación puede desencadenar diversas respuestas inflamatorias (Tchkonia et al., 2013). Por lo tanto, el consumo de AD reduce los lípidos en la grasa mesentérica y esto podría disminuir complicaciones asociadas a la obesidad, como lo es la resistencia a la insulina.

Estudios han reportado que algunos compuestos presentes en el grillo pueden impactar positivamente en la resistencia a la insulina y la tolerancia a la glucosa. Zheng et al. (2018), evaluaron el tratamiento de un derivado de la quitina, los oligosacáridos de quitina (COS), a una dosis de 200 mg/kg/día en ratones alimentados con una dieta alta en grasas (DAG). El tratamiento con COS disminuyó la glucosa y la insulina en un 31% y un 100%, respectivamente, en comparación con el grupo DAG. los autores sugirieron que la mejora de la resistencia a la insulina en los ratones tratados con COS, estaba relacionada con los cambios en el microbiota intestinal y la mejora de la barrera intestinal, lo que generó una menor concentración de lipopolisacáridos en el suero y una disminución de la inflamación.

En nuestro trabajo, las ratas alimentadas con una DAGF suplementada con 4 y 8% de AD, consumieron aproximadamente una dosis de quitina de 144 y 288 mg/kg/día, respectivamente. Por tanto, la mejora de la resistencia a la insulina y la intolerancia a la glucosa en los grupos suplementados con harina de grillo puede estar relacionada con el efecto de quitina sobre la modulación de la microbiota intestinal y la mejora de la inflamación.

Este efecto se comprobó con el aumento de la α diversidad (Figura 2), en el grupo alimentado con DAGF y AD. Una dieta rica en fibra puede aumentar la diversidad de la microbiota intestinal al proporcionar un sustrato para el crecimiento de una variedad más amplia de microorganismos beneficiosos en el intestino. Con respecto a la quitina y sus derivados, se ha reportado que la suplementación con quitosano (un derivado de la quitina obtenido mediante desacetilación) en un modelo de obesidad en ratones, agregado al 5% durante 1 mes, reduce los marcadores de inflamación sistémica inducida por la obesidad. Además, induce alteraciones en la composición de la microbiota, incrementando la α diversidad (Tang et al., 2020).

En el presente estudio se exploraron los cambios de la microbiota fecal a nivel taxónomico de filo y familia.

El filo *Firmicutes* es un grupo de bacterias grampositivas que comprende una amplia variedad de especies presentes en la microbiota intestinal. La importancia de *Firmicutes* en la microbiota radica en su capacidad para extraer energía adicional de los alimentos, lo que podría contribuir al desarrollo de la obesidad (Magne et al., 2020). Por lo tanto, se ha informado que su aumento está asociado con la obesidad, consistente con nuestros resultados presentados en la Figura 4 en los animales alimentados con una DAGF.

Otro filo bacteriano que se encontró en mayor abundancia en este estudio fue *Bacteroidetes,* el cual está adaptado para degradar una amplia variedad de sustratos, incluidos polisacáridos complejos y componentes dietéticos que son resistentes a la digestión humana. Se asocia inversamente con el índice de masa corporal (IMC) y otros marcadores de obesidad (Magne et al., 2020).

López-Santamarina et al. (2020), han sugerido que los carbohidratos no digeribles, como la quitina, llegan al intestino grueso y son fermentados por la microbiota, promoviendo el crecimiento de bacterias del filo *Bacteroidetes*. Además, se ha demostrado que la fermentación de quitina por parte de la bacteria *Bacteroidetes* produce metabolitos beneficiosos, como los ácidos grasos de cadena corta, que se asocian con efectos positivos sobre la salud intestinal y la regulación del peso corporal.

En cuanto los cambios de la microbiota intestinal a nivel taxónomico de familia, una de las que mostraron un mayor cambio fue *Prevotellaceae*. Varios estudios han demostrado que los individuos sanos tienen una mayor abundancia de la familia bacteriana *Prevotellaceae* en la microbiota intestinal y se ha explorado su relación con la salud. Por ejemplo, un estudio de Karlsson et al. (2013) encontraron que la presencia de *Prevotellaceae* se asociaba con una mejor regulación de la glucosa en mujeres europeas con control glucémico normal.

Por otro lado, el aumento observado en la abundancia de esta familia bacteriana en los tratamientos que consumieron grillos se puede atribuir al contenido de fibra de este insecto.

Según Kovatcheva-Datchary et al., (2015) en un estudio de intervención con un alto contenido de fibra aumenta la familia *Prevotellaceae*, esta familia se asocia con una mejora en el metabolismo de la glucosa.

Otra familia bacteriana que en este estudio se encontraron cambios fue *Clostridiaceae.* En individuos con obesidad se han encontrado un aumento significativo en la abundancia de especies de la familia *Clostridiaceae* en comparación con individuos con peso normal. Este aumento se correlacionó con cambios en el metabolismo de los lípidos y el desarrollo de enfermedades metabólicas como la obesidad y la resistencia a la insulina (Gomes et al. 2017).

Debido a que en el presente trabajo, uno de los principales mecanismos propuestosa para relacionar las mejoras vistas por el tratamiento de AD sobre la resistencia a al insulina y la menor ganancia de peso puede estar mediada por cambios en la microbiota intestinal y su relación con la inflamación sistémica, se evaluaron varias citocinas inflamatorias en suero, de las cuales 4 presentaron cambios entre tratamientos (IL-1β y la IL-1α, IL-2 y TNF- α) y son las que se discuten a continuación.

Estas citoquinas proinflamatorias son mediadores clave de la respuesta inflamatoria y están significativamente elevadas en individuos con obesidad, contribuyendo a la inflamación crónica de bajo grado asociada al tejido adiposo. La IL-1β y la IL-1α están implicadas en diversas complicaciones relacionadas con la obesidad, como la resistencia a la insulina, la disfunción del tejido adiposo y el síndrome metabólico (Donath y Shoelson, 2011). Además, se sabe que interrumpen las vías de señalización de la insulina y promueven un estado inflamatorio crónico dentro de los adipocitos, perpetuando el ciclo de disfunción metabólica observado en la obesidad (Larsen et al., 2007).

Por otro lado, el factor de necrosis tumoral α (TNF-α) desempeña un papel crucial en la obesidad como citoquina proinflamatoria procedente principalmente del tejido adiposo. Los niveles elevados de TNF-α se observan sistemáticamente en individuos con

obesidad, induciendo la inflamación crónica característica del tejido adiposo. El TNF-α contribuye activamente al desarrollo de complicaciones relacionadas con la obesidad, en particular la resistencia a la insulina y el síndrome metabólico, al alterar las vías de señalización de la insulina, inhibir la diferenciación de los adipocitos y promover la lipólisis Además, desencadena una cascada de respuestas inflamatorias al activar otras citocinas proinflamatorias como la interleucina-6 (IL-6) y la interleucina-1β (IL-1β), exacerbando el estado inflamatorio crónico prevalente en la obesidad (Catworn et al., 2008)

En la Figura 6 se observa una disminución de las citocinas inflamatorias, que podría atribuirse a cambios en la microbiota intestinal que podrían conducir a una menor permeabilidad intestinal y a una menor infiltración de endotoxinas. Esto podría dar lugar a una menor inflamación sistémica mediada por TLR-4 en respuesta al LPS bacteriano, lo que podría estar relacionado con cambios en la resistencia a la insulina. Sin embargo, este mecanismo deberá demostrarse en futuros estudios.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a estos resultados, el tratamiento con AD disminuyó la ganancia de peso y la resistencia a la insulina en el grupo suplementado con AD al 8%. Esto puede relacionarse parcialmente con una mejora en la microbiota intestinal, incremento de la α diversidad y la abundancia de bacterias asociadas a un fenotipo saludable, así como una disminución en la concentración de citocinas inflamatorias en suero.

Referencias:

1. Ahn, M. Y., Hwang, J. S., Kim, M. J., & Park, K. K. (2016). Antilipidemic effects and gene expression profiling of the glycosaminoglycans from cricket in rats on a high fat diet. Archives of Pharmacal Research, 39(7), 926-936.
2. Gomes, A. C., Hoffmann, C., & Mota, J. F. (2018). The human gut microbiota: Metabolism and perspective in obesity. Gut microbes, 9(4), 308-325.
3. Han, F., Wu, G., Zhang, Y., Zheng, H., Han, S., Li, X., ... & Hu, D. (2020). Streptococcus thermophilus attenuates inflammation in septic mice mediated by gut microbiota. *Frontiers in microbiology*, *11*, 598010.
4. Karlsson, F. H., Tremaroli, V., Nookaew, I., Bergström, G., Behre, C. J., Fagerberg, B., ... & Bäckhed, F. (2013). Gut metagenome in European women with normal, impaired and diabetic glucose control. *Nature*, *498*(7452), 99-103.
5. Kovatcheva-Datchary, P., Nilsson, A., Akrami, R., Lee, Y. S., De Vadder, F., Arora, T., ... & Bäckhed, F. (2015). Dietary fiber-induced improvement in glucose metabolism is associated with increased abundance of Prevotella. Cell metabolism, 22(6), 971-982.
6. Lopez-Santamarina, A., Mondragon, A. D. C., Lamas, A., Miranda, J. M., Franco, C. M., & Cepeda, A. (2020). Animal-origin prebiotics based on chitin: An alternative for the future? a critical review. *Foods*, *9*(6), 782.
7. Magne, F., Gotteland, M., Gauthier, L., Zazueta, A., Pesoa, S., Navarrete, P., & Balamurugan, R. (2020). The firmicutes/bacteroidetes ratio: a relevant marker of gut dysbiosis in obese patients?. Nutrients, 12(5), 1474.
8. Montowska, M., Kowalczewski, P. Ł., Rybicka, I. & Fornal, E. (2019). Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders. Food Chemistry, 289, 130-138.
9. Oonincx, D. G., Laurent, S., Veenenbos, M. E., & van Loon, J. J. (2020). Dietary enrichment of edible

insects with omega 3 fatty acids. Insect science, 27(3), 500-509.
10. Pinart, M., Dötsch, A., Schlicht, K., Laudes, M., Bouwman, J., Forslund, S. K., ... & Nimptsch, K. (2021). Gut microbiome composition in obese and non-obese persons: a systematic review and meta-analysis. Nutrients, 14(1), 12.
11. Rosas-Campos, R., Meza-Rios, A., Rodriguez-Sanabria, J. S., Rosa-Bibiano, R. D. L., Corona-Cervantes, K., García-Mena, J., ... & Armendariz-Borunda, J. (2022). Dietary supplementation with Mexican foods, Opuntia ficus indica, Theobroma cacao, and Acheta domesticus: Improving obesogenic and microbiota features in obese mice. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 987222.
12. Sipponen, M. H., Mäkinen, O. E., Rommi, K., Heiniö, R. L., Holopainen-Mantila, U., Hokkanen, S., Hakala T., & Nordlund, E. (2018). Biochemical and sensory characteristics of the cricket and mealworm fractions from supercritical carbon dioxide extraction and air classification. European Food Research and Technology, 244(1), 19-29.
13. Tang, D., Wang, Y., Kang, W., Zhou, J., Dong, R., & Feng, Q. (2020). Chitosan attenuates obesity by modifying the intestinal microbiota and increasing serum leptin levels in mice. Journal of Functional Foods, 64, 103659.
14. Tchkonia, T., Thomou, T., Zhu,Y.,Karagiannides, I., Pothoulakis,C., Jensen,M. D., & Kirkland, J. L. (2013). Mechanisms and metabolic implications of regional differences among fat depots. Cell Metabolism, 17,644–656.
15. Zheng, J., Cheng, G., Li, Q., Jiao, S., Feng, C., Zhao, X., ... & Liu, H. (2018). Chitin oligosaccharide modulates gut microbiota and attenuates high-fat-diet-induced metabolic syndrome in mice. Marine Drugs, 16(2), 66.
16. Zsálig, D., Berta, A., Tóth, V., Szabó, Z., Simon, K., Figler, M., ... & Polyák, É. (2023). A review of the relationship between gut microbiome and obesity. Applied Sciences, 13(1), 610.
17. Larsen, C. M., Faulenbach, M., Vaag, A., Vølund, A., Ehses, J. A., Seifert, B., ... & Donath, M. Y. (2007). Interleukin-1–receptor antagonist in type 2 diabetes mellitus. New England Journal of Medicine, 356(15), 1517-1526.
18. Donath, M. Y., & Shoelson, S. E. (2011). Type 2 diabetes as an inflammatory disease. Nature reviews immunology, 11(2), 98-107.
19. Cawthorn, W. P., & Sethi, J. K. (2008). TNF-α and adipocyte biology. FEBS letters, 582(1), 117-131

Efecto de bebida enriquecida con polifenoles sobre el riesgo cardiovascular

Sotelo-González Ana M[a], Zubieta-Segundo Guadalupe I[a], Sánchez-Ortega Lisset D[a]., Anaya-Loyola Aracely[b], Reynoso-Camacho Rosalía[a]*, Pérez-Ramírez Iza F[a]*.

[a]Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro 76010, Querétaro, México.
[b]Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Juriquilla, Querétaro
*Tel.: +52 442 190 1200. Correo electrónico: rrcamachomx@yahoo.com.mx , iza.perez@uaq.mx.

Resumen

Esta investigación evaluó el efecto de una bebida enriquecida con el residuo generado durante el procesamiento de jugo de fresa en el riesgo cardiovascular, el estrés oxidativo y la diversidad de la microbiota intestinal en adultos jóvenes. Se elaboró una bebida con jugo de fresa (control) y una bebida con jugo de fresa y enriquecida con 25 % de residuo (enriquecida). Se caracterizó la composición nutricional y nutracéutica y se realizó un estudio de intervención con adultos jóvenes con índice de masa grasa elevado y al menos otro factor de riesgo cardiovascular. Los participantes fueron asignados al azar a uno de los grupos y consumieron diariamente 125 mL de bebida por 28 días. La bebida enriquecida aportó 622.4 y 125 mg/día de polifenoles extraíbles y no extraíbles, lo que conllevó a una mejora en la capacidad antioxidante y en la disbiosis intestinal de los participantes. Sin embargo, no se observó una mejora en los factores de riesgo cardiovascular lo que podría estar asociado a su alto consumo de energía, principalmente atribuido a la ingesta de lípidos y azúcares. Por otro lado, la bebida control mejoró la sensibilidad a la insulina, a pesar de haber aportado únicamente 55.4 mg/día de polifenoles extraíbles, lo que podría estar asociado a la disminución en el consumo energético. Por lo tanto, el alto aporte de polifenoles de la bebida enriquecida no es suficiente para mejorar el estado metabólico a corto plazo, siendo importante considerar la relación entre el aporte de polifenoles y la dieta.

Abstract

This research evaluated the effect of a beverage enriched with the residue generated during strawberry juice processing on cardiovascular risk, oxidative stress, and the diversity of intestinal microbiota in young adults. Two beverages were prepared: one with strawberry juice (control) and one with strawberry juice enriched with 25 % residue (enriched). The nutritional and nutraceutical composition was characterized, and an intervention study was conducted with young adults with a high body mass index and at least one other cardiovascular risk factor. Participants were randomly assigned to one of the groups and consumed 125 mL of the beverage daily for 28 days. The enriched beverage provided 622.4 and 125 mg/day of extractable and non-extractable polyphenols, leading to an improvement in antioxidant capacity and intestinal dysbiosis among participants. However, there was no observed improvement in cardiovascular risk factors, which may be associated with their high energy consumption, primarily attributed to the intake of lipids and sugars. On the other hand, the control beverage improved insulin sensitivity, despite providing only 55.4 mg/day of extractable polyphenols, which could be linked to reduced energy intake. Therefore, the high polyphenol content in the enriched beverage alone is not sufficient to improve short-term metabolic status, emphasizing the importance of considering the relationship between polyphenol intake and the overall diet.

Palabras clave

Frutos rojos, bebidas funcionales, riesgo cardiovascular, estudio clínico, microbiota.

Keywords

Berries, functional beverages, cardiovascular risk, clinical trial, microbiota.

Introducción

México enfrenta un importante desafío en cuanto a las altas prevalencias de factores de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes, siendo el aumento en el consumo de bebidas azucaradas uno de los principales contribuyentes, llegando a un alarmante 69.3 % (ENSANUT, 2018). La obesidad, los niveles elevados de colesterol y triglicéridos, y la resistencia a la insulina aumentan el estrés oxidativo, lo que provoca una producción excesiva de especies oxidantes, a la vez que reduce los sistemas antioxidantes endógenos (Vona et al., 2019). Una solución prometedora para abordar estos factores de riesgo cardiovascular radica en el consumo de alimentos ricos en compuestos polifenólicos y de alto valor nutricional, como las frutas. Entre estas frutas, los frutos rojos, particularmente las fresas, destacan por su perfil nutricional y abundancia de fitoquímicos, especialmente los compuestos polifenólicos, en particular las antocianinas responsables de su característico color rojo y propiedades antioxidantes (Balthazar et al., 2019). Estudios *in vivo* y clínicos han reportado cómo el consumo de fresas influye positivamente en diversos factores de riesgo cardiovascular (Ghattamaneni et al., 2020; Basu et al., 2021) y reduce el estrés oxidativo (Basu et al., 2016; Forbes-Hernández et al., 2016), atribuyendo estos beneficios a las antocianinas. Sin embargo, los polifenoles no extraíbles de estos frutos, aunque están presentes, han sido escasamente investigados en su posible contribución a estos efectos beneficiosos. Además, el consumo de frutos rojos se ha vinculado a la mejora de la composición de la microbiota intestinal, reduciendo la disbiosis asociada a la obesidad al aumentar familias bacterianas probióticas y disminuir bacterias patógenas (Ezzat-Zadeh et al., 2020). Por otro lado, se ha demostrado que los subproductos resultantes del procesamiento de las fresas retienen compuestos bioactivos, como polifenoles extraíbles y no extraíbles, (Reynoso-Camacho et al., 2021), siendo que su inclusión en dietas ha demostrado mejoras en el metabolismo de lípidos y glucosa (Jaroslawska et al., 2011), lo que sugiere su potencial como ingredientes funcionales para enriquecer alimentos y así aprovechar sus beneficios en el control de factores de riesgo cardiovascular. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es evaluar el impacto de una bebida enriquecida con el residuo del procesamiento del jugo de fresa en la reducción del riesgo cardiovascular y el estrés oxidativo en adultos jóvenes, así como su influencia en la diversidad de la microbiota intestinal. Este estudio busca contribuir al desarrollo de bebidas funcionales que promuevan la salud cardiovascular y exploren el potencial del subproducto del procesamiento de la fresa para beneficio de la salud, abordando la implementación de un proceso sostenible al aprovechar de manera eficiente este residuo durante la elaboración de bebidas funcionales.

Metodología

Elaboración de bebidas. Los frutos de fresa, previamente lavados y desinfectados con NaClO a 100 ppm, se procesaron en una despulpadora para obtener el jugo, conservando el residuo (que consiste en remanentes de pulpa y semillas) para su uso posterior. Se prepararon dos tipos de bebidas: una a base de jugo de fresa, agua, edulcorantes no calóricos (sucralosa y acesulfame), ácido cítrico y conservador (benzoato de sodio), que se considera la bebida control; y una bebida enriquecida, que corresponde a la bebida control con la adición del 25 % del residuo del proceso de despulpado. Ambas bebidas se pasteurizaron a 73 °C durante 45 segundos, se envasaron y almacenaron a -20 °C hasta su posterior uso.

Composición proximal y nutrimental. La composición proximal y nutrimental de las bebidas de fresa se evaluó midiendo humedad, cenizas, proteína, grasa total, carbohidratos disponibles, fibra dietaria, azúcares reductores totales y calorías totales. Estas mediciones se llevaron a cabo por Laboratorios Becar, Monterrey, Nuevo León.

Perfil de compuestos polifenólicos por UPLC-Q-ToF MS^{E}. Se centrifugaron las bebidas de frutos rojos a 3,000 rpm durante 10 minutos para recuperar los sobrenadantes, que corresponden a la fracción extraíble. Los residuos del proceso de despulpado de fresa se secaron a 45 °C durante 24 horas y se sometieron a una extracción con solventes de metanol-agua (50:50 v/v) y acetona-agua (70:30 v/v), siguiendo el método de Hassan et al., (2011). Los

sobrenadantes obtenidos se recuperaron (fracción extraíble), mientras que los residuos de extracción se sometieron a una hidrólisis ácida y básica que correspondieron a la fracción no extraíble, siguiendo el método de Quatrin et al., (2019). Se tomó 1 mL de las fracciones extraíbles y no extraíbles del residuo, se evaporaron al vacío (Speedvac, Savant, USA) y se resuspendieron en 200 µL de metanol. Posteriormente, tanto las bebidas centrifugadas como las fracciones de extraíbles y no extraíbles del residuo resuspendidas se filtraron (0.45 µm) y se inyectaron en una columna BEH Acquity C18 (2.1 x 100 mm, 1.7 µm) a 35 °C en un UPLC acoplado a un MS de cuadrupolo-tiempo de vuelo (Q-ToF MS^E) con una interfase ESI (Vion, Waters Co). Se utilizó tanto una ionización en modo negativo como en modo positivo (ESI- y ESI+), con un rango de masas de 100-1200 Da. Se prepararon las fases móviles correspondientes de agua acidificada (A) y acetonitrilo acidificado (B) con 0.1% de ácido fórmico en un flujo de 0.5 mL/min. Se empleó una solución de leucina-encefalina (50 pg/mL) en un flujo de 10 µL/min para la corrección de masas. Los polifenoles se identificaron analizando su masa exacta (error de masa <5 ppm), distribución isotópica y el patrón de fragmentación. Se construyeron curvas de calibración utilizando los estándares de ácido elágico, ácido gálico, (-)-epicatequina, naringenina, quercetina y cloruro de cianidina, según el método de Reynoso-Camacho et al., (2021).

Estudio clínico. Se llevó a cabo un estudio de intervención en triple ciego con adultos jóvenes mexicanos de 18 a 35 años que presentaban un índice de masa grasa elevado (mujeres >9.3 kg/m^2, hombres >6.2 kg/m^2) y al menos uno de los siguientes factores de riesgo cardiovascular: glucosa elevada en ayunas (100-128 mg/dL), resistencia a la insulina elevada (índice HOMA >2.3), triglicéridos elevados en ayunas (150-195 mg/dL), colesterol total elevado (200-239 mg/dL), colesterol HDL bajo (mujeres <40 mg/dL, hombres <50 mg/dL) y/o presión arterial alta (sistólica >130 mm Hg y diastólica >85 mm Hg). Los participantes seleccionados se asignaron al azar a uno de los dos grupos suplementados con la bebida control (n=15) o con la bebida enriquecida (n=15). Posteriormente, los participantes consumieron una porción diaria de 125 mL de la bebida correspondiente durante 28 días. Se recomendó a los participantes que no realizaran cambios en su dieta o actividad física durante el estudio. Se recolectaron muestras de sangre y heces de los participantes en los días 0 y 28 del estudio, que se almacenaron a -80 °C hasta su uso.

Perfil bioquímico en sangre. Las muestras de sangre se centrifugaron a 3,500 rpm durante 10 minutos a 4 °C y se recolectó el suero correspondiente. Posteriormente, se determinó el perfil bioquímico, incluyendo glucosa, insulina, triglicéridos totales, colesterol total y colesterol HDL, en la Unidad de Análisis Clínicos de la Universidad Autónoma de Querétaro. El índice HOMA-IR se calculó utilizando la fórmula: [insulina en ayunas (uUI/mL) x glucosa en ayuno (mg/dL)]/405, siguiendo el método de Wallace et al. (2004).

Determinación de la capacidad antioxidante en suero. La capacidad antioxidante se determinó mediante la técnica del radical ABTS (Pulido et al., 2003), la capacidad del poder reductor de hierro (FRAP) (Pulido et al., 2000) y la capacidad de atrapamiento de radicales de oxígeno (ORAC) (Ou et al., 2001). Se construyó una curva de calibración de Trolox.

Determinación de la actividad de enzimas antioxidantes. Se cuantificó la actividad de la enzima catalasa (CAT) utilizando el método de Aebi (1984) y la actividad de la enzima superóxido dismutasa (SOD) se midió con un kit colorimétrico comercial (Sigma-Aldrich CS0009) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Evaluación de la regulación de la diversidad microbiana intestinal. Las muestras de heces se procesaron y analizaron utilizando el servicio de secuenciación dirigida ZymoBIOMICS® (Zymo Research, Irvine, CA). Posteriormente, se realizó la extracción del ADN de los microorganismos presentes utilizando el kit comercial ZymoBIOMICS DNA Miniprep Kit (Zymo Research, Irvine, CA) siguiendo las instrucciones del fabricante. El ADN se almacenó a -20 °C hasta su análisis. La secuenciación dirigida del gen de ARN ribosómico 16S bacteriano se realizó utilizando el kit de preparación de la biblioteca NGS Quick-16STM (Zymo Research, Irvine, CA) amplificando la región V3-V4 del gen 16S rRNA. Se utilizó el estándar comunitario microbiano ZymoBIOMICS® (Zymo Research,

Irvine, CA) como control positivo para cada extracción de ADN. La biblioteca final se secuenció en Illumina® MiSeq™ con un kit de reactivos v3 (600 ciclos). Las secuencias de amplicones se infirieron a partir de las lecturas sin procesar utilizando el método DADA2. La asignación taxonómica se realizó utilizando Uclust del Qiime v.1.9.1 con la base de datos de Zymo Research, 16s. La visualización de la composición y la diversidad alfa y beta se realizó con Qiime v.1.9.1.

Evaluación del consumo de macronutrientes a partir de la dieta durante el estudio clínico. Se determinó a partir del registro de alimentos y bebidas de los participantes en recordatorios de 24 horas, considerando dos días de entre semana y uno de fin de semana. La información nutricional se obtuvo de la base de datos del USDA.

Análisis estadístico. Los resultados se expresaron como la media ± error estándar. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad y la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de la varianza. Para las variables con una distribución normal, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor con un nivel de confianza del 95 % o la prueba t de Student. Las variables que no cumplieron con una distribución normal se analizaron mediante la prueba de Friedman o el test de Wilcoxon. Suponiendo normalidad en las variables de respuesta, la comparación de medias se llevó a cabo utilizando la prueba de Tukey. Para el análisis de la microbiota, se empleó la prueba de ANCoVA en el software disponible en línea Microbiome Analyst para calcular las puntuaciones de diversidad alfa. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SPSS v16.

Consideraciones éticas. Este estudio fue llevado a cabo con la aprobación del Comité de Bioética de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro (CBQ21/098). Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes antes de su inclusión den el estudio.

Resultados

Composición proximal y nutrimental de las bebidas de fresa. En términos generales, se observó que ambas bebidas presentaron un alto contenido de humedad, superior al 93 %. La incorporación del residuo en la bebida control resultó en un incremento significativo del contenido de cenizas, que fue aproximadamente tres veces mayor en la bebida enriquecida (Tabla 1). Además, se observaron aumentos sustanciales en la concentración de azúcares y fibra dietaria en la bebida enriquecida, alcanzando valores 3.2 y 2.1 veces mayores, respectivamente, en comparación con la bebida control. Lo anterior se vio reflejado en un mayor valor calórico en la bebida enriquecida.

Tabla 1. Composición proximal y nutrimental de las bebidas de fresa.

Parámetro	Control	Enriquecida
Humedad (%)	97.4 ± 0.1a	93.4 ± 0.1a
Cenizas (%)	0.1 ± 0.0a	0.3 ± 0.0a
Carbohidratos (g)	1.9 ± 0.0b	4.6 ± 0.0a
Azúcares (g)	ND	3.2 ± 0.0
Fibra dietaria (g)	0.6 ± 0.1b	1.3 ± 0.3a
Grasas totales (g)	ND	ND
Proteínas (g)	ND	0.5 ± 0.0
Sodio (mg)	5.4 ± 0.1a	5.4 ± 0.1a
Contenido energético (kcal)	7.4 ± 0.0b	20.3 ± 0.0a

Datos expresados como la media ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significas por prueba de Tukey. Resultados expresados por porción de 100 mL. ND: no detectado. Análisis realizado por Laboratorios Becar, Monterrey, Nuevo León.

Perfil de compuestos polifenólicos por UPLC-Q-ToF MS^E. La Tabla 2 muestra los compuestos polifenólicos clave identificados en las bebidas de fresa. La adición del residuo de jugo de fresa a la bebida control resultó en un incremento notable de flavonoides, incluyendo antocianinas, flavanoles y flavonoles. En particular, la cianidina hexósido y la ramnetina hexósido, ausentes en la bebida control, fueron identificadas en la bebida enriquecida. Los elagitaninos, así como ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos, como polifenoles no extraíbles, mostraron un aumento significativo en la bebida enriquecida, destacando la presencia de peduncalagina, ácido gálico hexósido, ácido elágico y ácido cumárico hexósido. Lo anterior indica que existe una gran cantidad y diversidad de polifenoles retenidos en la matriz del residuo generado durante el procesamiento del jugo de fresa que pueden ser reintegrados en la bebida.

Tabla 2. Perfil de compuestos polifenólicos de las bebidas de fresa.

Familia	Compuesto	Control	Enriquecida
Antocianinas	Cianidina hexósido	ND	7.1 ± 0.0
	Pelargonidina rutinósido	0.2 ± 0.0	2.2 ± 0.0*
Elagitaninos	Peduncalagina	1.7 ± 0.5	26.5 ± 4.7*
	Castalina	0.7 ± 0.2	5.0 ± 0.1*
	Estrictinina	1.9 ± 0.5	12.9 ± 1.8*
Flavanoles	(+)-catequina	5.3 ± 0.7	17.0 ± 1.3*
	Procianidina dímero	2.9 ± 0.7	10.2 ± 0.2*
Flavonoles	Ramnetina hexósido	ND	33.6 ± 0.9
	Quercetina ramnósido	0.6 ± 0.1	7.5 ± 0.8*
Ácidos hidroxibenzoicos	Ácido gálico hexósido	1.6 ± 0.2	9.9 ± 1.1*
	Ácido vanílico	0.2 ± 0.0	1.3 ± 0.1*
	Ácido hidroxibenzoico hexósido isómero I	7.7 ± 0.7	51.4 ± 8.8*
Ácidos hidroxicinámicos	Ácido cumárico hexósido	9.4 ± 1.2	86.5 ± 8.6*
	Ácido elágico pentósido	0.1 ± 0.0	2.5 ± 0.0*
	Ácido elágico	5.9 ± 0.6	30.0 ± 1.9*

Datos expresados en µg/125 mL de bebida mostrados como la media ± desviación estándar. *Valores con diferencias significativas (p<0.05) por prueba T de student.

Evaluación clínica de las bebidas de frutos rojos sobre el riesgo cardiovascular.

Perfil bioquímico. En la Tabla 3 se describen los parámetros bioquímicos evaluados antes y después de la suplementación de la bebida control y enriquecida en los adultos jóvenes durante 28 días de tratamiento. El consumo de la bebida control disminuyó significativamente la concentración de insulina en un 32 % después de 28 días de tratamiento, resultado que se reflejó además en la disminución de un 28 % del índice HOMA-IR. A pesar de que en la bebida enriquecida no se observaron cambios significativos en los participantes, su suplementación redujo un 22 % y 24 % dichos parámetros. En relación con los triglicéridos, el tratamiento con la bebida control disminuyó su concentración en un 17 % con respecto al tiempo inicial. La determinación de glucosa, colesterol total y colesterol HDL no mostró disminuciones significativas por el tratamiento de ambas bebidas.

Tabla 3. Parámetros bioquímicos de los jóvenes con riesgo cardiovascular suplementados con las bebidas de fresa.

Parámetro (mg/dL)	Control (n=15) Día 0	Control (n=15) Día 28	Enriquecida (n=15) Día 0	Enriquecida (n=15) Día 28
Glucosa	84.8±3.0	84.5±1.1	89.3±2.0	87.5±2.0
Insulina	18.2±2.2	12.3±1.3*	16.6±1.6	13±1.2
HOMA-IR	3.4±0.3	2.4±0.2*	3.7±0.4	2.8±0.3
Triglicéridos	133.2±15	110.7±7.3	127.2±7.4	130.5±9.6
Colesterol	160.5±9.7	159±8.8	154±9.8	161±8.4
HDL	38.3±2.4	37.5±1.7	36.7±1.7	36.3±1.4

Datos expresados como la media ± error estándar. *Indican diferencias significativas entre el día 0 y día 28 de cada grupo por la prueba T de Student o prueba de Wilcoxon (p<0.05).

Capacidad antioxidante en suero. Tras 28 días de consumo diario, se observó un incremento significativo en la capacidad antioxidante en suero de los participantes que consumieron la bebida de fresa enriquecida.

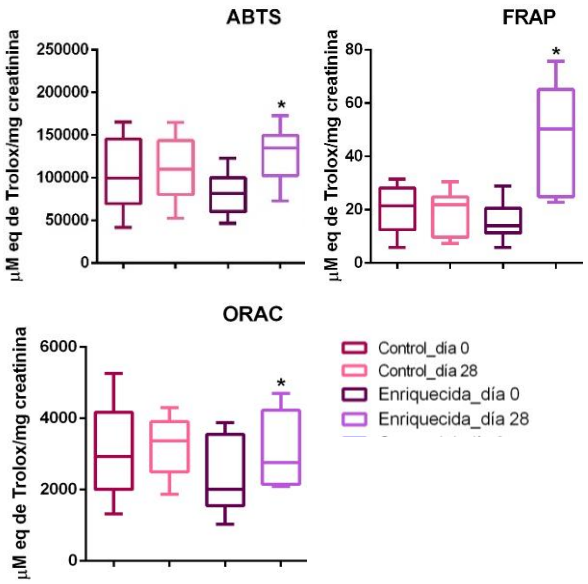


Figura 1. Capacidad antioxidante en suero de los participantes suplementados con las bebidas de fresa control y enriquecida a los 0 y 28 días de tratamiento. Datos expresados como la media ± error estándar. *Indica diferencias significativas en el mismo grupo entre el tiempo inicial (día 0) y tiempo final (día 28) por prueba de Wilcoxon (p<0.05).

La determinación por ABTS aumentó 1.5 veces, por FRAP se triplicó y por ORAC incrementó un 1.3 veces en comparación con los valores del día 0 (Figura 1). Por otro lado, la suplementación con la bebida control en el mismo período no generó un cambio en la capacidad antioxidante.

Determinación de la actividad de enzimas antioxidantes. La Figura 2 muestra la medición de la

actividad de las enzimas CAT y SOD en suero. Tras 28 días, se observó un aumento significativo en la concentración de CAT en los grupos suplementados con la bebida control y la bebida enriquecida. En ambos casos, la concentración fue 1.6 veces mayor en comparación con los valores del día 0 del estudio. Del mismo modo, se registró un aumento significativo de la actividad de la enzima SOD, alcanzando un incremento de 1.3 y 1.4 veces en los grupos de bebida control y bebida enriquecida, respectivamente, en comparación con el inicio del estudio.

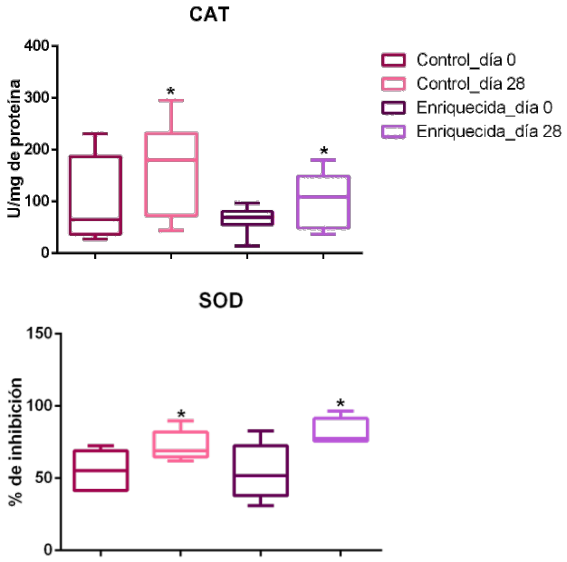


Figura 2. Actividad de enzimas antioxidantes en suero de los participantes suplementados con las bebidas de fresa control y enriquecida a los 0 y 28 días de tratamiento. Datos expresados como la media ± error estándar. *Indica diferencias significativas en el mismo grupo entre el tiempo inicial (día 0) y tiempo final (día 28) por prueba de Wilcoxon (p<0.05)

Evaluación de la regulación de la diversidad microbiana intestinal. Para determinar los cambios en la diversidad de la microbiota intestinal, se evaluaron dos índices de alfa diversidad, el índice de Shannon y el índice de Simpson, en los diferentes grupos de estudio, como se muestra en la Figura 3. No se observaron diferencias significativas en la diversidad microbiana, tanto en el día 0 como en el día 28, en ninguno de los grupos de bebidas (control o enriquecida). Además, se calculó el índice de la relación *Firmicutes*/*Bacteroidetes*, un marcador de la disbiosis intestinal en la obesidad (Figura 4). Aunque no hubo disminuciones significativas después de 28 días de tratamiento en ninguno de los grupos, se notó una tendencia a la baja en este índice en comparación con el tiempo inicial. En el grupo con bebida control, se observó una disminución del 46 %, mientras que en el grupo con bebida enriquecida fue del 40 %.

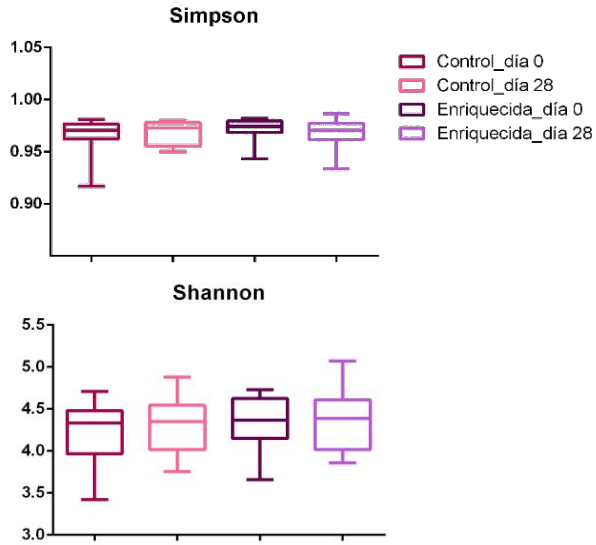


Figura 3. Cambios en el alfa diversidad del perfil microbiano fecal al inicio y al final de la suplementación con las bebidas de fresa. *Indican diferencias significativas en el mismo grupo entre el tiempo inicial (día 0) y tiempo final (día 28) por prueba de Wilcoxon (p<0.05).

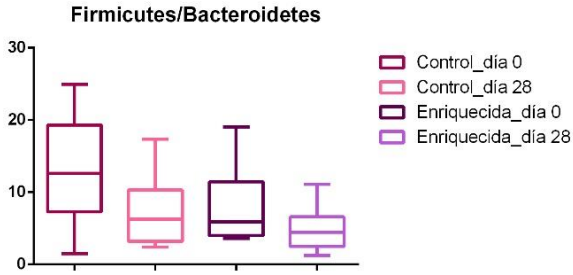


Figura 4. Índice *Firmicutes/Bacteroidetes* presente en la microbiota fecal al inicio y al final de la suplementación con las bebidas de fresa. *Indican diferencias significativas en el mismo grupo entre el tiempo inicial (día 0) y tiempo final (día 28) por prueba de Wilcoxon (p<0.05).

Finalmente, se analizó la abundancia relativa de las familias de la microbiota fecal al inicio y al final del tratamiento. La Figura 5 muestra los cambios en el grupo con la bebida control. La familia más abundante fue *Lachnospiraceae*, seguida de *Ruminococcaceae* y *Bifidobacteriaceae* en ambos días, sin cambios significativos. Sin embargo, se observó una disminución significativa de 4.3 veces (p=0.028) en la

familia *Prevotellaceae* en el día 28 en comparación con el día 0. En el grupo que consumió la bebida enriquecida de fresa (Figura 6), la familia más abundante fue *Lachnospiraceae*, seguida de *Ruminococcaceae* y *Bacteroidaceae*. Se observaron disminuciones significativas de 1.8 veces en las familias *Rikenellaceae* (p=0.04) y *Ruminococcaceae* (p=0.04) después de 28 días de suplementación con la bebida enriquecida. Además, se observó un aumento significativo de 1.6 veces en la abundancia relativa de la familia *Bacteroidaceae* al final del tratamiento.

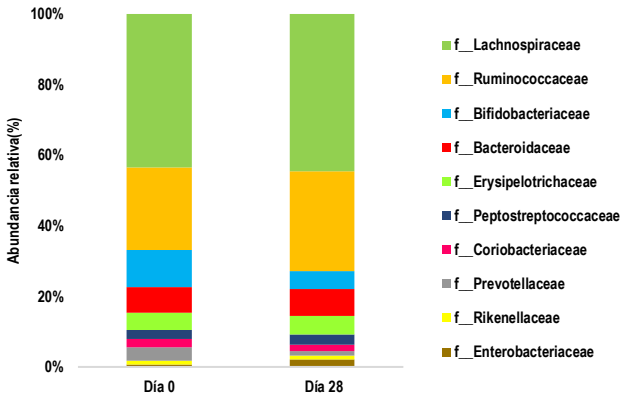


Figura 5. Abundancia relativa a nivel familia de la microbiota de los participantes al inicio y final del tratamiento con la bebida control. Los resultados muestran taxones con abundancia relativa >1% (n=15).

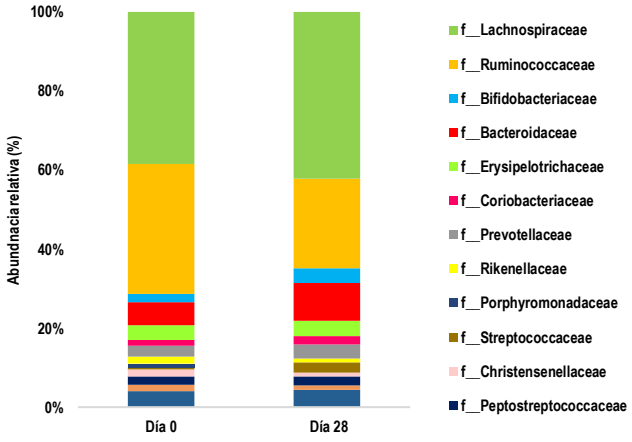


Figura 6. Abundancia relativa a nivel familia de la microbiota de los participantes al inicio y final del tratamiento con la bebida enriquecida. Los resultados muestran taxones con abundancia relativa >1% (n=15).

<u>Evaluación del consumo de macronutrientes a partir de la dieta durante el estudio clínico.</u> Para evaluar cualquier cambio en la dieta de los participantes a lo largo del estudio, se monitoreó su consumo de macronutrientes a partir de los alimentos y bebidas ingeridos en la semana 1 y la semana 4 del estudio. Los resultados del consumo de macronutrientes se presentan en la Tabla 4. En la semana 1, se observó que el grupo suplementado con la bebida enriquecida presentó un mayor consumo de macronutrientes, lo que se reflejó en un aumento del consumo energético 1.2 veces mayor en comparación con el grupo que consumió la bebida control. Además, el consumo de azúcares y fibra en el grupo de la bebida enriquecida fue significativamente mayor en esta semana en comparación con el grupo de la bebida control.

Sin embargo, al comparar la semana inicial con la semana final, se observaron diferencias importantes en el consumo de macronutrientes. El grupo de la bebida control disminuyó su ingesta de alimentos, lo que se reflejó en una diferencia de 227.3 kcal menos en la semana 4 en comparación con la semana 1. Asimismo, la ingesta de lípidos, carbohidratos, azúcares y sodio disminuyó en un 18.7 %, 6.1 %, 12.7 % y 14.5 %, respectivamente. Por otro lado, se identificó que el grupo que consumió la bebida enriquecida aumentó su consumo de energía en 785.2 kcal, y la ingesta de proteínas se incrementó en un 39.8 %, los lípidos en un 42.8 %, mientras que la fibra disminuyó un 19.2 % en comparación con la semana 1.

Tabla 4. Consumo de nutrientes de los jóvenes con riesgo cardiovascular suplementados con las bebidas de fresa durante el estudio.

Parámetro	Semana 1 (Día 0-Día 7)	
	Control	Enriquecida
Energía (kcal)	2194.6 ± 129.7Aa	2560.7 ± 237.9Aa
Proteínas (g)	93.2 ± 8.1Aa	113.8 ± 11.8Aa
Lípidos (g)	87.9 ± 8.0Aa	94.3 ± 9.0Aa
Carbohidratos (g)	255.8 ± 19.9Aa	310.5 ± 30.9Aa
Azúcares (g)	81.2 ± 8.8Ba	105.6 ± 7.9Aa
Fibra (g)	27.9 ± 2.2Ba	35.9 ± 3.5Aa
Sodio (mg)	3290.4 ± 727.1Aa	3223.9 ± 483.0Aa
Parámetro	Semana 4 (Día 21-Día 28)	
	Control	Enriquecida
Energía (kcal)	1967.3 ± 174.4Aa	3345.9 ± 1069.4Aa
Proteínas (g)	92.4 ± 7.0Aa	188.9 ± 100.3Aa
Lípidos (g)	71.5 ± 6.0Aa	165.1 ± 72.9Aa
Carbohidratos (g)	240.4 ± 28.4Aa	260.3 ± 17.0Aa
Azúcares (g)	70.9 ± 14.0Aa	102.0 ± 12.9Aa
Fibra (g)	24.0 ± 2.5Aa	29.0 ± 1.5Aa
Sodio (mg)	2814.7 ± 280.1Aa	3266.8 ± 468.4Aa

Datos expresados como la media ± error estándar correspondientes a un día de consumo. Letras mayúsculas diferentes en la misma fila en la misma semana indican diferencias significativas entre grupos y letras minúsculas en la misma columna en ambas semanas indican diferencias significativas en el mismo grupo por prueba de Wilcoxon (p<0.05).

Discusión y conclusiones

La utilización del residuo de la producción de jugo de fresa como base para una bebida funcional representa una innovadora propuesta con un potencial significativo para mejorar la salud cardiovascular. Nuestra caracterización del perfil de compuestos polifenólicos revela un aumento notable en los polifenoles extraíbles, particularmente antocianinas, así como en polifenoles no extraíbles, como elagitaninos y polifenoles hidrolizables. Investigaciones previas, tanto *in vivo* como clínicas, respaldan el efecto protector de las antocianinas presentes en frutos rojos, especialmente en lo que concierne a la obesidad, la resistencia a la insulina y los niveles de lípidos en sangre (Riordan y Solverson, 2022). De acuerdo con Bhaswant et al. (2015), la suplementación con cianidina 3-*O*-glucósido, antocianina mayoritaria de nuestras bebidas, mejora el síndrome metabólico en un modelo inducido con una dieta alta en grasa y azúcares. Además, se ha documentado el efecto beneficioso de los elagitaninos extraídos de las fresas en el control del aumento de peso corporal, la acumulación de grasa hepática, los niveles de triglicéridos y el glutatión oxidado en un modelo animal alimentado con una dieta alta en grasas (Żary-Sikorska et al., 2020). Por otro lado, el aumento en el contenido de azúcares debido a la adición del residuo de jugo de fresa en la bebida se relaciona con el contenido de azúcares simples, como la glucosa y la fructosa, que representan del 0.7 al 7 %, como se ha demostrado previamente en residuos de fresas, lo que resulta en un incremento en el aporte calórico (Sójka et al., 2013). No obstante, es importante destacar que se ha sugerido que el consumo de bebidas elaboradas con un 100 % de jugo de fruta, sin azúcares añadidos, como la bebida de nuestra investigación, podría ser una alternativa para cumplir con las recomendaciones diarias de consumo de frutas, promoviendo así un enfoque más saludable (Benton y Young, 2019).

Diversos autores han demostrado mediante estudios, tanto *in vivo* como clínicos, que la suplementación con polifenoles mejora significativamente el estado antioxidante plasmático, a pesar de la limitada biodisponibilidad de estos compuestos en el organismo (Forbes-Hernández et al., 2016). En nuestro estudio, se observó que la mayor concentración de compuestos polifenólicos extraíbles (397.9 mg/100 mL) y no extraíbles (99.9 mg/100 mL) en la bebida enriquecida, en comparación con la bebida control, resultó en un aumento significativo de la capacidad antioxidante sérica en los participantes que fueron suplementados durante 28 días. Además, ambas bebidas, tanto la enriquecida como la control, demostraron un efecto similar en la inducción de la defensa antioxidante endógena, evidenciado por el aumento de la actividad enzimática de la catalasa (CAT) y la superóxido dismutasa (SOD). Estos hallazgos son coherentes con un estudio clínico realizado en adultos con sobrepeso y altos niveles de lípidos en sangre, que fueron suplementados con dosis bajas (25 g/día) y dosis altas (50 g/día) de fresas liofilizadas durante 12 semanas, lo cual resultó en un incremento del 45 % y 42 % en la capacidad antioxidante plasmática, así como un aumento del 43 % en la actividad de la CAT para la dosis baja, sin evidencia de una relación dosis-respuesta (Basu et al., 2016). Sin embargo, es relevante destacar que, a pesar de la mayor aportación de polifenoles con alta capacidad antioxidante en la bebida enriquecida, no se observó una mejora en los factores de riesgo cardiovascular en comparación con la bebida control. De hecho, la bebida control logró reducir los niveles séricos de insulina y el índice HOMA. Los efectos observados con la bebida control son similares a los reportados por Basu et al. (2021), quienes observaron una disminución del 41 % y 42 % en estos parámetros en adultos con sobrepeso y altos niveles de LDL que fueron suplementados con 32 g de fresas liofilizadas durante 4 semanas, con un aporte diario de 960 mg de polifenoles.

Los resultados contradictorios en nuestro estudio, en el cual la bebida con una alta concentración de polifenoles y gran capacidad antioxidante no influyó en la salud cardiovascular, podrían estar relacionados con el consumo de macronutrientes por parte de los participantes, ya que aquellos que consumieron la

bebida enriquecida mostraron un mayor consumo de energía, lípidos y azúcares, tanto al inicio como al final del estudio, en comparación con el grupo que consumió la bebida control. Esto podría haber atenuado el impacto de los polifenoles en la salud cardiovascular de los participantes. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar del significativo aumento en el consumo de energía de este grupo, los factores de riesgo cardiovascular no empeoraron, lo que sugiere que los polifenoles presentes en la bebida podrían haber mitigado el impacto perjudicial de una dieta alta en lípidos y azúcares. Este hallazgo plantea una consideración importante para el diseño de futuros estudios en este campo. Para evaluar con mayor precisión los efectos de las bebidas ricas en polifenoles en la salud cardiovascular, sería beneficioso considerar el contexto dietético de los participantes, incluyendo su ingesta calórica y la calidad de la dieta. Los estudios posteriores podrían diseñarse teniendo en cuenta la relación entre la suplementación con polifenoles y la dieta general, con un enfoque en una dieta equilibrada y saludable. Esto es relevante dado que numerosos ensayos clínicos han demostrado que la restricción calórica, definida como una disminución del aporte de energía (del 25 al 30 %) sin la omisión de nutrientes esenciales, mejora las alteraciones metabólicas, como la acumulación excesiva de grasa corporal, la dislipidemia y la diabetes mellitus tipo 2, e incluso mejora los mecanismos de defensa antioxidante, tanto enzimáticos como no enzimáticos (Napoleão et al., 2021).

Por otro lado, el mayor consumo de alimentos ricos en calorías y la menor ingesta de fibra en la dieta, comúnmente asociada a la obesidad, resulta en una alteración de la microbiota intestinal, con la consecuente modificación del metabolismo del huésped. Esto se debe a la reducción de la fermentación de carbohidratos no digeribles, lo que disminuye la producción de ácidos grasos de cadena corta, que desempeñan un papel fundamental en la mejora de la función de la barrera intestinal al prevenir la migración de compuestos tóxicos y participan en la regulación del metabolismo de carbohidratos y lípidos en el organismo. Recientemente, la comprensión de la diversidad microbiana ha adquirido importancia al investigar la composición y función de la microbiota intestinal y su relación con las enfermedades metabólicas. Para cuantificar la diversidad de especies microbianas en una comunidad, se han desarrollado algunos índices matemáticos. El índice de Simpson y Shannon son de los más empleados y permiten estimar la riqueza y uniformidad de las especies, conocido como alfa diversidad, siendo el índice de Simpson que da mayor peso a la uniformidad y el de Shannon a la riqueza (Kim y col., 2017).

La suplementación de las bebidas de fresa control y enriquecida no lograron cambios significativos en la alfa diversidad de la microbiota fecal de los participantes, resultado similar a un estudio de suplementación con fresas por 4 semanas (Ezzat-Zadeh y col., 2020). No obstante, el consumo de ambas bebidas, independientemente de su contenido de polifenoles, logró una disminución del índice *Firmicutes/Bacteroidetes*. El incremento de este índice se ha relacionado con una disbiosis intestinal asociada al aumento de la obesidad asociado a una dieta hipercalórica, siendo que estudios con frutos rojos como mora azul (Cheng y col., 2020) y frambuesa (Gu y col., 2019) reportan resultados similares a los encontrados en nuestro estudio. Reportes sobre el consumo de fresa y su relación con la mejora de la microbiota intestinal hasta ahora, han mostrado un incremento de bacterias benéficas como *Christensenellaceae, Mogibacteriacea, Verrucomicrobiaceae, Bifidobacteriaceae, Bacteroidaceae,* y una disminución de la abundancia de *Alcaligenaceae*, asociado con una mejora del peso corporal y disminución del síndrome metabólico (Ezzat-Zadeh y col., 2020). Nuestro estudio es el primero en observar que el consumo de bebidas de fresa disminuye la abundancia de la familia *Prevotellaceae*, asociada con obesidad y diabetes, la cual se ha visto disminuida en la suplementación de polifenoles de té verde anteriormente (Zhang y col., 2018). De igual manera, la disminución de *Rikemellaceae* y *Ruminococcaceae,* asociadas con dietas altas en grasa y azúcares simples, observada en este estudio, se ha reportado de manera similar por el consumo de antocianinas de mora azul y arándano, así como por polifenoles de extractos de té verde (Liu y col., 2021; Pérez-Burillo y col., 2021).

En conclusión, el aprovechamiento del residuo generado durante el proceso de elaboración de jugo de fresa permite la formulación de una bebida enriquecida en una gran diversidad de compuestos polifenólicos extraíbles y no extraíbles, lo que le confirió una alta capacidad antioxidante en adultos jóvenes con factores de riesgo cardiovascular, mejorando también la disbiosis intestinal. Integrando los resultados obtenidos con el contexto dietético, es importante destacar que aunque los participantes que consumieron la bebida de fresa enriquecida con polifenoles mostraron un mayor consumo de energía, lípidos y azúcares, no se observó un empeoramiento de los factores de riesgo cardiovascular.

Referencias bibliográficas

Aebi H. (1984). Methods in enzymology. 105: 121-126. Doi: 10.1016/s0076-6879(84)05016-3.

Balthazar C.F., et al., (2019). J Dairy Sci 102: 10724-10736. Doi: 10.3168/jds.2019-16909.

Basu A., et al., (2021). Nutrients. 13: 1421. Doi: 10.3390/nu13051421.

Basu, A., et al., (2016). J Nutr Metab. 3910630. Doi: 10.1155/2016/3910630.

Benton D., Young H. A. (2019). Nutr Rev. 77: 829-843. Doi: 10.1093/nutrit/nuz031.

Bhaswant M., et al., (2015). Pharmacol Res. 102, 208-217. Doi: 10.1016/j.phrs.2015.10.006

Cheng Y., et al., (2020). Food Funct. 11:6552–6564. Doi: 10.1039/D0FO01119C.

ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición) (2018). Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf. Fecha de consulta: 10/10/2023.

Ezzat-Zadeh, et al., (2021). Nutr Res. 85, 60-70. Doi: 10.1016/j.nutres.2020.12.006.

Forbes-Hernandez, et al., (2016). Crit Rev Food Sci Nutr. 56(sup1), S46-S59. Doi: 10.1080/10408398.2015.1051919.

Guo J., et al., (2019). iScience. 19:676–690. Doi: 10.1016/j.isci.2019.08.020.

Hassan F. A., et al., (2011). Food Chem. 126: 283–288. Doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.019.

Jaroslawska J., et al., (2011). J Nutr. 141: 1777-1783. Doi: 10.3945/jn.111.143677.

Kim B. R., et al., (2017). J Microbiol Biotechnol. 27(12), 2089-2093. Doi: 10.4014/jmb.1709.09027.

Koh A., et al., (2016). Cell. 165: 1332-1345. Doi: 10.1016/j.cell.2016.05.041.

Liu J., et al., (2021). Eur J Nutr. 60, 2735-2746. Doi: 10.1007/s00394-020-02446-3

Napoleão A., et al., (2021). Nutrients. 13(4), 1302. Doi: 10.3390/nu13041302.

Ou et al., (2001). Food Chem. 49: 4619-4626. Doi: 10.1021/jf010586o

Pérez-Burillo S., et al., (2021). Molecules. 26(13), 3907. Doi: 10.3390/molecules26133907.

Pulido R. et al., (2000). J Agri Food Chem. 48: 3396-3402. Doi: 10.1021/jf9913458.

Pulido R., et al., (2003). Eur J Clin Nutr. 57: 1275-1282. Doi: 10.1038/sj.ejcn.1601685

Quatrin A., et al., (2019). J Food Comp Anal. 78: 59–74. Doi: 1016/j.jfca.2019.01.018.

Reynoso-Camacho R., et al., (2021). Food Bioprod Process. 127: 371-387. Doi: 10.1016/j.fbp.2021.03.014.

Riordan J., y Solverson P. (2022). BioMed. 2(2), 210-237. Doi: 10.3390/biomed2020019.

Sójka M., et al., (2013). Eur Food Res Technol. 237: 995-1007. Doi: 10.1007/s00217-013-2070-2.

Vona R., et al., (2019). Oxid Med Cell Longev. 8267234. Doi: 10.1155/2019/8267234.

Wallace T. M. et al., (2004). Diabetes Care. 27: 1487-1495. Doi: 10.2337/diacare.27.6.1487.

Żary-Sikorska E., et al., (2020). Molecules. 25(24), 5874. Doi: 10.3390/molecules25245874.

Zhang X., et al., (2018). J Funct Foods. 46, 268-277. Doi: 10.1016/j.jff.2018.05.003

Hojas de frijol como tratamiento en la permeabilidad intestinal.

Perla Viridiana Ocampo Anguiano[a,b], Laura Lizeth Victoria Ruiz[a], Rosalía Reynoso Camacho[a], Andrea Margarita Olvera Ramírez[c], Carmen Mejía Vázquez[b], Minerva Ramos Gómez[a] y Santiaga Marisela Ahumada Solórzano[b]
[a] Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. Campus Centro Universitario
[b] Laboratorio de investigación interdisciplinaria en biomedicina, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Campus Juriquilla
[c] Cuerpo Académico Salud Animal y Microbiología Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Avenida de las Ciencias S/, 76230, México
[1] perla_viri_25@hotmail.com Tel: (442) 868 4419
[2] minervaramos9297@gmail.com Tel: (442) 143 9258
[3] santiaga.marisela.ahumada@uaq.mx Tel: (442) 562 3388

Resumen
El consumo de alimentos con compuestos bioactivos se evalúan para disminuir las complicaciones de la obesidad y la salud intestinal. Las hojas de frijol (BL) son fuente de fibra y compuestos bioactivos. Se evaluó el efecto del consumo de BL como tratamiento para la obesidad y la integridad intestinal en ratones. Se analizó la composición proximal y fitoquímica de la BL. Se indujo la obesidad durante 14 semanas y los animales fueron suplementados con BL (10%) durante 12 semanas en conjunto con la dieta obesogénica (DAGF). Se analizaron la composición corporal, parámetros bioquímicos y cambios en la integridad intestinal. Se encontró un contenido de fibra dietética (27,2%), fenoles totales (475,04 mg/100 g) y flavonoides (243,53 mg/100 g). Se observó un mayor consumo de energía en los animales con DAGF (89,67%) y en los animales suplementados con BL (63,3%) en comparación con los animales alimentados con dieta estándar (DS). El aumento de peso con DAGF fue 6 veces mayor que en el grupo suplementado con BL. El tejido adiposo visceral (TAV) y subcutáneo (TASC) de los animales suplementados con BL disminuyó 4,16 y 2,53 veces en comparación con el TAV y TASC de los animales con DAGF. Además, el suplemento con BL mejoró la integridad intestinal al disminuir el FITC-dextrano sérico en 2,05 veces en comparación con lo encontrado en el grupo DAGF. Asimismo, se demostró hipoendotoxemia con el suplemento de BL, respecto al grupo DAGF. El tratamiento con BL en ratones obesos inhibe la permeabilidad y reduce la endotoxemia metabólica.

Palabras clave: obesidad, hojas de frijol, integridad intestinal

Summary
The consumption of foods with bioactive compounds is evaluated to reduce the complications of obesity and intestinal health. Bean leaves (BL) are a source of fiber and bioactive compounds. The effect of BL consumption as a treatment for obesity and intestinal integrity in mice was evaluated. The proximal and phytochemical composition of BL was analyzed. Obesity was induced for 14 weeks and animals were supplemented with BL (10%) for 12 weeks in conjunction with the obesogenic diet (DAGF). Body composition, biochemical parameters, and changes in intestinal integrity were analyzed. A content of dietary fiber (27.2%), total phenols (475.04 mg/100 g), and flavonoids (243.53 mg/100 g) were found. Higher energy consumption was observed in animals with DAGF (89.67%) and in animals supplemented with BL (63.3%) compared to animals fed a standard diet (DS). Weight gain with DAGF was 6 times greater than in the BL-supplemented group. Visceral adipose tissue (VAT) and subcutaneous adipose tissue (ASCT) of animals supplemented with BL decreased by 4.16 and 2.53 times compared to VAT and ASCT of animals with DAGF. Furthermore, BL supplementation improved intestinal integrity by decreasing serum FITC-dextran by 2.05 times compared to that found in the DAGF group. Likewise, hypoendotoxemia was demonstrated with the BL supplement, compared to the DAGF group. BL treatment in obese mice inhibits permeability and reduces metabolic endotoxemia.

Keywords: obesity, bean leaves, intestinal integrity

Introducción
La obesidad, donde el consumo excesivo de grasas y azúcares se relaciona con una mayor acumulación de tejido adiposo y alteraciones metabólicas como dislipidemia, hiperglucemia y resistencia a la insulina, promueve la alteración de la microbiota intestinal con menos microorganismos potencialmente beneficiosos y un mayor número de microorganismos patógenos (Horne et al., 2020). Lo anterior, se denomina disbiosis intestinal y en consecuencia genera disfunción de la barrera intestinal y endotoxemia debido a antígenos derivados del tracto gastrointestinal, entre ellos los lipopolisacáridos (LPS) que viajan por la circulación llegando a órganos como el hígado y el cerebro promoviendo la inflamación sistémica (Agustí et al., 2018; Horne et al., 2020a). Los componentes

de la dieta pueden determinar más del 50% de los cambios en la composición de la microbiota intestinal. En modelos murinos se ha reportado un aumento en la proporción del filo *Bacillota*, donde el aumento del género *Clostridium* se relaciona positivamente con la obesidad por dietas altas en grasas y azúcares; mientras que el aumento del filo *Bacteroidota* y sus géneros *Bacteroides* y *Prevotella* se correlacionan negativamente con el desarrollo de obesidad (Lecomte et al., 2015). Por otro lado, *Akkermansia muciniphila*, que pertenece al filo *Verrucomicrobia*, está estrechamente relacionada con la salud humana, ya que mantiene la integridad intestinal favoreciendo la secreción de moco que forma parte de la barrera intestinal. Por otro lado, la microbiota intestinal promueve la producción de SCFA, los cuales participan como agonistas de FFAR2/3 que actúan sobre las células de Globet, aumentando la síntesis de mucinas 1 y 2 que protegen la barrera epitelial, manteniendo así la integridad de la barrera intestinal (Mishra et al., 2020). Asimismo, la activación a través de FFAR2/3 promueve la expresión de proteínas de unión estrecha de la barrera hematoencefálica en ratones colonizados con bacterias productoras de SCFA (Mishra et al., 2020).

Además de lo anterior, los SCFA afectan la síntesis de proteínas de unión estrecha del epitelio intestinal, actuando como una barrera para los antígenos presentes en la luz. El epitelio intestinal tiene una capa de células columnares, las vellosidades se consideran un compartimento de absorción de nutrientes; mientras, las criptas tienen una función secretora. La primera proteína de unión estrecha identificada fue la zónula occludens-1. La primera proteína transmembrana descubierta fue la ocludina. Estas uniones están formadas por proteínas y rodean el ápice celular, uniéndose con las células vecinas. La alteración en la expresión de proteínas de unión estrecha aumenta el paso de antígenos, como el LPS y el desarrollo de inflamación mediada por la activación de NF-κB (Tan et al., 2021). En el colon, el consumo elevado de grasas favorece la existencia de sustratos para especies bacterianas que sintetizan enzimas digestivas que aumentan la síntesis de metabolitos proinflamatorios como los ácidos indoxilsulfúrico, araquidónico y esteárico, favoreciendo la permeabilidad intestinal (Tan et al., 2021).

Por otro lado, el consumo de compuestos bioactivos como la fibra dietética y compuestos fitoquímicos provenientes del consumo de vegetales promueve efectos benéficos, como el consumo de BL (*Phaseolus vulgaris* L.), que previno el desarrollo de alteraciones metabólicas en ratas con obesidad. -inducido con una dieta rica en grasas y fructosa (DAGF), disminuyendo el aumento de peso, la acumulación de tejido adiposo y la resistencia temprana a la insulina. Esto se asoció con una mayor concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) en el contenido del colon proximal (Becerril-Campos et al., 2022). Es importante determinar si el aumento en la producción de AGCC restablece la integridad intestinal al disminuir la endotoxemia de LPS.

Objetivo específico. Determinar el efecto del consumo de BL como tratamiento en la obesidad y alteración de la integridad intestinal en ratones con dieta alta en grasa y fructosa (DAGF).

Objetivos generales.

1) Cuantificar el contenido de fibra y compuestos fitoquímicos de BL.
2) Analizar el efecto del consumo de BL en la composición corporal y perfil lipídico y glucémico en ratones con DAGF.
3) Determinar el impacto del consumo de BL en la integridad intestinal y desarrollo de endotoxemia metabólica.

Metodología

Hojas de frijol: La planta de frijol *Phaseolus vulgaris* L. variedad Eugenia se obtuvo mediante siembra en campo abierto en el campus experimental Amazcala (FCN, UAQ, cosecha junio 2019). Luego de la cosecha, se seleccionaron las hojas verdes (6−15 cm de largo y 3−11 cm de ancho), se lavaron con agua corriente, se ventilaron durante 24 h y se secaron en estufa de convección a 45 °C hasta peso constante. Las BL se molieron y se tamizaron a 0,2 mm (molino Thomas-Wiley modelo 4). El polvo del BL se utilizó para el análisis químico proximal y la caracterización fitoquímica. y se incorporó a las dietas de los diferentes grupos experimentales.

Animales de experimentación: Para el modelo de obesidad inducida y el resto de los grupos experimentales se utilizaron 36 ratones C57BL/6 machos de 8 semanas de edad (25 a 30 g), los cuales fueron adquiridos en el Bioterio del Instituto de Neurobiología (INB-UNAM Campus Juriquilla). Los animales se alojaron colocando 4 ratones/caja en cajas estándar (dimensiones: 19 x 29 x 12 cm), con pisos sólidos continuos y paredes con tapas removibles, con aserrín o viruta estéril (1,5 cm de alto), con control de temperatura (22 ± 3 ° C), humedad relativa (60 ± 5%) bajo un ciclo de luz/oscuridad regulado de 12 h. Se administró comida y agua *ad libitum*. La limpieza de las jaulas, bebederos y comederos se realizó cada tres días. Los ratones se mantuvieron durante una semana en adaptación a la dieta y se dividieron en 3 grupos diferentes

de forma aleatoria. Para la aleatorización e identificación de los animales se utilizaron tarjetas de identificación en cada caja y los animales fueron marcados con colorante no tóxico según lo indicado en la NOM-062-ZOO-1999.

Grupos experimentales: Se incluyeron 36 ratones C57BL/6, distribuidos aleatoriamente en 3 grupos con 12 animales/grupo: Los grupos consistieron en 1) estándar (DS), 2) dieta alta en grasas y fructosa (DAGF) y 3) Dieta DAGF + 10% de BL (consumo de BL).

Contenido de la dieta: La composición energética y nutricional de las dietas para los grupos control y DAGF se muestra en la Tabla 1. El tratamiento con las hojas se administró después del desarrollo de la obesidad. Para mantener similar la ingesta de proteínas entre las diferentes dietas, se añadió caseinato de calcio a las dietas; para cubrir el contenido de fibra se utilizó salvado de trigo; mientras que para favorecer la absorción de los lípidos de la dieta se añadió colato de sodio al 0,15%.

Tabla 1. Composición de las dietas

Grupo	Energía (kcal/g)	Proteína(g /100 g)	Carbohidrato (g/100 g)	Lípido (g/100 g)	FDT (g/100 g)
DS	3.4	23.90	48.70	5.00	36.9
DAGF	4.7	16.80	47.37	23.35	17.3
Consumo de BL	4.6	15.94	41.20	23.13	21.0

Abreviaturas: BL= hoja de frijol, DS=dieta estándar, DAGF= dieta alta en grasa y fructosa, FDT= fibra dietética total.

Composición corporal: Semanalmente se registró el peso de los animales, el consumo de alimento y el consumo de agua. Para conocer la distribución de la grasa corporal, en la última semana previa a la eutanasia, los animales fueron analizados mediante resonancia magnética (servicio del Laboratorio Nacional de Imagenología por Resonancia Magnética, LANIREN INB-UNAM, Campus Juriquilla, Qro), utilizando isoflurano al 2% como un anestésico inhalatorio [14]. Las imágenes fueron analizadas con el programa ITK-SNAP versión 3.8.0 (Universidad de Pennsylvania, Pennsylvania, EE.UU.).

Permeabilidad intestinal con FITC-dextrano: La permeabilidad intestinal se evaluó mediante el ensayo de permeabilidad FITC-dextrano *in vivo* antes de la eutanasia de todos los animales. Los ratones se mantuvieron en ayunas durante 12 h y recibieron una dosis de FITC-dextrano (600 mg/kg de peso corporal) disuelto en solución salina tamponada con fosfato estéril (Sigma, FD4) mediante canulación oral. 2,5 h después de la administración de FITC-dextrano, se extrajeron aproximadamente 200 µL de sangre a través de la vena femoral, que se centrifugó durante 15 min a 3500 g a 4 °C; el plasma se colocó en tubos nuevos y se almacenó a -80°C para su posterior análisis. Las concentraciones plasmáticas de FITC-dextrano se evaluaron en un lector de placas con una longitud de onda de excitación de 490 nm y una longitud de onda de emisión de 520 nm.

Obtención de muestras para eutanasia con CO_2 y punción cardíaca. Para la eutanasia, los animales de cada grupo se dividieron y la mitad de los animales fueron eutanasiados mediante administración de CO_2 con un flujo del 20% del volumen de la cámara por minuto, durante 60 segundos y posteriormente punción cardíaca donde se obtuvo alrededor de 1 mL de sangre. Se diseccionaron los animales y se extrajo el tracto gastrointestinal. En la otra mitad de los animales, la eutanasia se realizó utilizando pentobarbital (120 mg/kg) disuelto en solución salina por vía intraperitoneal y punción cardíaca para extracción de sangre. El suero se obtuvo por centrifugación a 3000 *g* durante 10 min y se almacenó en alícuotas a -20 °C hasta su análisis. Los intestinos se colocaron en una solución de formaldehído al 10% para fijación e inclusión en parafina que se cortó (3-4 µm) y se fijó en portaobjetos hasta el análisis histológico de su morfometría.

Análisis histopatológico y morfométrico de yeyuno y colon proximal: Para determinar el grado de daño al yeyuno y al colon, se fijaron secciones del yeyuno y del colon proximal en solución Carnoy´s (etanol, cloroformo y ácido acético 6:3:1). Posteriormente, se tiñeron secciones de yeyuno y colon proximal (10 µm) con hematoxilina y eosina.

Determinación de LPS e IL-6 en suero: Para evaluar la endotoxemia metabólica y el efecto de incluir hoja de frijol en la dieta, se midieron mediante la técnica ELISA (ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas)

utilizando el kit ELISA de lipopolisacárido (LPS) (Abbexa LDT, Cambridge, Reino Unido) y el test de IL-6(Express Biotech International, Wedgewood, EE. UU.).En cada uno de los kits se siguieron las instrucciones del fabricante.

Análisis estadístico: Los resultados de la composición de las hojas de frijol, los cambios en la composición corporal, el consumo de agua y alimento, la prueba de permeabilidad intestinal, el LPS sérico y los niveles de IL-6 se presentaron como la media ± error estándar (SEM). Para determinar diferencias significativas se utilizó el análisis de varianza o ANOVA y se aplicó la prueba post hoc de Tukey ($p \leq 0,05$). Para los gráficos se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 8 (1995-2022 GraphPad Software, LLC.) y para los análisis el software SPSS Statistical Software versión 18.0 (IBM).

Resultados

El consumo de hojas de frijol no afectó la ingesta de alimentos y el aporte energético fue similar al del DAGF: El tipo de dieta no afectó la ingesta diaria de alimentos (g/día) ni el consumo de agua entre los grupos. Sin embargo, la incorporación de manteca de cerdo (40%) y fructosa (20%) promovió la densidad energética de las dietas, lo que incrementó la ingesta energética en DAGF 89.57% y consumo de BL 63.30% en comparación con la dieta DS (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del consumo de hojas de frijol en la ingesta de alimento y agua

	DS	DAGF	Consumo de BL
Consumo de alimento (g/día)	3.8 ± 0.4[a]	5.1 ± 0.8a	4.5 ± 0.6a
Consumo energético (Kcal/día)	12.9 ± 1.5[a]	23.5 ± 3.8b	20.8 ± 2.7b
Consumo de agua (mL/día)	5.1 ± 0.4[a]	5.6 ± 0.5a	4.9 ± 0.7a

Se presenta la media ± SEM (n=6-12). Se aplicó ANOVA post hoc de Tukey, considerando una diferencia significativa p≤0,05. Letras diferentes indican diferencias significativas. BL= hoja de frijol, DAGF = dieta alta en grasas y fructosa, DS = dieta estándar.

La ingesta de BL inhibe la ganancia de peso y la acumulación de tejido adiposo: El tratamiento durante 12 semanas con hojas de frijol redujo la ganancia de peso (0,72 g) y el cambio en el estilo de alimentación (-0,41 g) en comparación con DAGF (4,32 g) (Figura 1). Para verificar como influyó el consumo de BL sobre el tejido adiposo, éste se midió por resonancia magnética (Figura 2A). Al final del período de tratamiento, el TAV y TASC de los animales alimentados con DS permanecieron 2,26 y 1,92 veces más bajos en comparación con los animales alimentados con DAGF. Además, el consumo de hojas de frijol redujo tanto el TAV (1,52 veces) como el TASC (2,32 veces) en comparación con el tejido adiposo de los animales alimentados con DAGF (Figura 2 B-C).

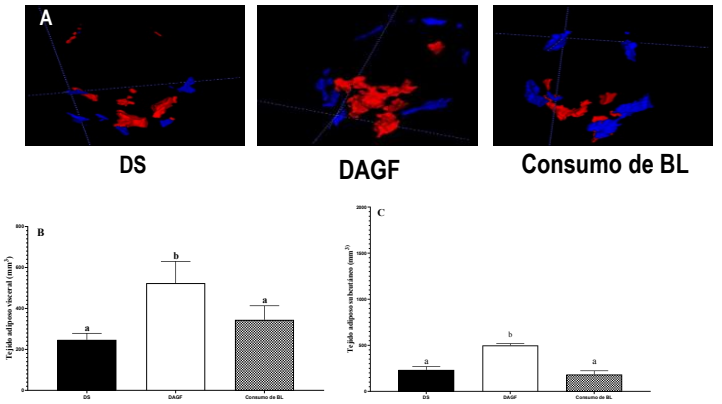


Figura 2. Efecto de la ingesta de BL sobre la acumulación de a) tejido adiposo total (imágenes del análisis por RM, rojo TAV y azul TASC), b) TAV y c) TASC. Se presenta la media ± SEM (n=3-6). Se aplicó ANOVA post hoc de Tukey, considerando diferencia significativa p≤0,05. Letras diferentes indican diferencia significativa. BL = hojas de frijol, DAGF = dieta alta en grasas y fructosa, DS = dieta estándar.

Las hojas de frijol disminuyen la hiperglicemia y los triglicéridos en suero: La glucosa, el colesterol y los triglicéridos séricos disminuyeron en los animales alimentados con hojas de frijol (161,6, 114,4 y 110,7 mg/dL, respectivamente), así como en los animales alimentados con la dieta DS después de la inducción de la obesidad (159,8, 104,94 y 106,8 mg/dL, respectivamente) en comparación con los animales alimentados con DAGF (217,1, 120,2 y 142,2 mg/dL).

Tabla 3. Efecto del consume de hojas de frijol en el perfil glucémico y lipídico.

Se presenta la media ± SEM (n=7-12). Se aplicó ANOVA post hoc de Tukey, considerando una diferencia significativa p≤0,05. Letras

diferentes indican diferencias significativas. BL= bean leaves, DAGF = dieta alta en grasas y fructosa, DS = dieta estándar.

	DS			DAGF			BL consumption		
Glucosa (mg/dL)	156.9	±	1.3a	228.9	±	4.07b	161.6	±	3.5a
Colesterol (mg/dL)	98.3	±	0.9a	119.7	±	3.4b	114.4	±	3.5b
Triglicéridos-dos (mg/dL)	99.5	±	3.9a	141.1	±	4.24b	110.7	±	7.3a

La DAGF aumenta la permeabilidad intestinal y se restablece con un tratamiento con hojas de frijol: Una de las principales características de la alteración de la integridad intestinal es el aumento de la permeabilidad intestinal. Una vez concluido el período de tratamiento, la permeabilidad intestinal de los animales suplementados con hojas de frijol disminuyó 2,05 veces y la permeabilidad intestinal de los animales alimentados con DS luego de la inducción de obesidad se redujo 2,27 veces en comparación con la permeabilidad intestinal de los animales alimentados con DAGF (Figura 3).

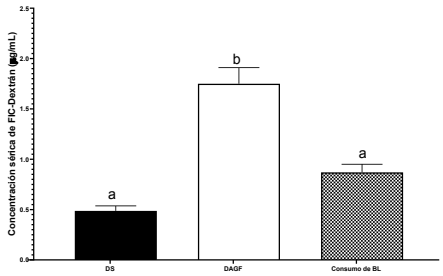


Figura 3. Efecto del consumo de hojas y semillas de frijol sobre la permeabilidad intestinal. Se presenta la media ± SEM (n=3-6). Se aplicó ANOVA post hoc de Tukey, considerando una diferencia significativa p≤0,05. Letras diferentes indican diferencias significativas. BL= hojas de frijol, DAGF = dieta alta en grasas y fructosa, DS = dieta estándar.

DAGF promueve el desarrollo de endotoxemia metabólica y la adición de hojas de frijol la inhibe: El grupo alimentado con DAGF aumentó la concentración de LPS (83,48 ng/mL); mientras que los animales alimentados con el consumo de hojas de frijol tuvieron una menor concentración de LPS en circulación (67,4 ng/mL); así como el cambio en el estilo de alimentación (41 ng/mL) (Figura 4a). Estos datos se asociaron con un aumento en circulación de la citocina con actividad proinflamatoria IL-6, además de que el aumento de LPS en circulación se asoció con el aumento de IL-6 sérica en animales alimentados con DAGF 2,3 veces respecto a la concentración sérica de IL-6 en ratones alimentados con DS, lo que confirmó el desarrollo de endotoxemia metabólica. Una vez concluido el período de tratamiento, el grupo que consumió hojas de frijol presentó 4,5 veces menor concentración sérica de IL-6 en comparación con el grupo DAGF (Figura 4b).

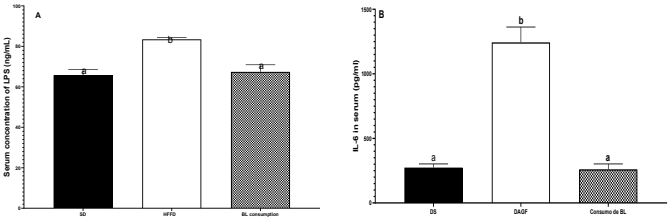


Figura 4. Efecto del consumo de hojas y semillas de frijol sobre la endotoxemia metabólica. A) Concentración de LPS y B) Concentración de IL-6. Se presenta la media ± SEM (n=3-6). Se aplicó ANOVA post hoc de Tukey, considerando una diferencia significativa p≤0,05. Letras diferentes indican una diferencia significativa. BL= hojas de frijol, DAGF = dieta alta en grasas y fructosa, DS = dieta estándar.

DAGF promueve el daño a la integridad intestinal en yeyuno y colon y el consumo de hojas de frijol lo mejora: La Figura 5 muestra las micrografías de las porciones de yeyuno y colon de los diferentes grupos. El grupo alimentado con DS no presentó cambios histopatológicos; mientras que el colon de los animales alimentados con DAGF mostró hiperplasia linfoide y el yeyuno hiperplasia linfoide, infiltración linfoide y atrofia de las vellosidades. Mientras que, de los animales alimentados con hojas de frijol, el 75% no presentó cambios histopatológicos en el yeyuno, el 25% presentó atrofia de vellosidades en el yeyuno; mientras que, en el colon el 80% no presentó cambios histopatológicos y el 20% mostró atrofia de vellocidades.

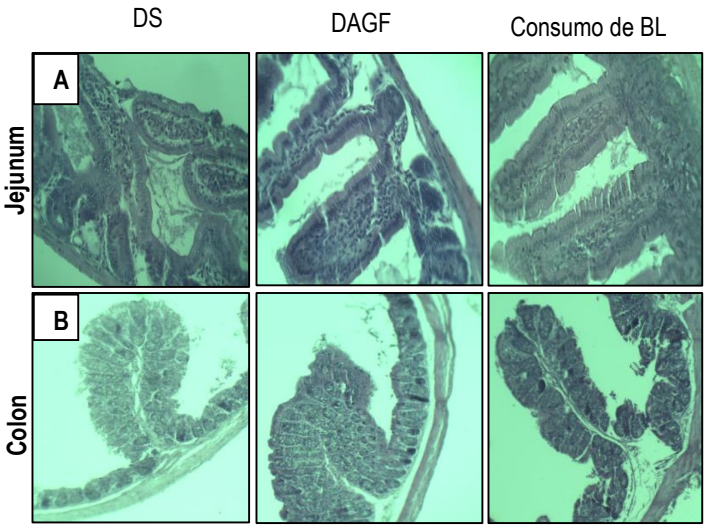


Figura 5. Efecto del consumo de hojas de frijol sobre la histopatología de a) yeyuno y b) colon en ratones con DAGF. (n=3-5). Se presentan las micrografías analizadas teñidas con hematoxilina y eosina de yeyuno (40 x) y colon (10 x) de los diferentes grupos. BL= hojas de frijol, DAGF = dieta alta en grasas y fructosa, DS = dieta estándar.

Discusión y Conclusiones

Las hojas de frijol forman parte del grupo de los quelites o plantas comestibles que aportan macronutrientes y micronutrientes; así como compuestos fitoquímicos que se derivan del metabolismo secundario de las plantas (Mateos-Maces et al., 2020). La concentración de flavonoides en BL fue similar a la reportada en un estudio previo en la variedad pinto villa (Martinez Zavala et al., 2016). Los datos de este estudio son similares a los reportados por Becerril-Campos (2022), quien informó que son fuente de proteínas y fibra superior al 20%, predominando la fibra insoluble. Las hojas de frijol contienen compuestos fitoquímicos que podrían ser parcialmente metabolizados por la microbiota del colon. En ratas con obesidad inducida por la dieta HFFD, las hojas de frijol disminuyeron el aumento de peso y la acumulación de tejido adiposo, lo que se asoció con un aumento de los AGCC en el contenido cecal (Becerril-Campos et al. 2022).

El aumento de grasa en las dietas aporta mayor densidad energética y es el único macronutriente que puede variar la ingesta de alimentos y el peso corporal (Wu et al., 2022). Sin embargo, se ha demostrado que la adición de fructosa a la dieta regula la microbiota intestinal y aumenta la permeabilidad intestinal (Do et al., 2018). A lo anterior se optó por DAGF que pudiera exacerbar la obesidad y la alteración de la integridad intestinal. Según la composición de las dietas, no se encontraron diferencias en la ingesta de alimentos en gramos. Además, el consumo de energía de las dietas DAGF y DAGF con consumo de hojas de frijol fue mayor que el del grupo DS. Este aumento en el consumo de energía se asocia con un aumento de peso y tejido adiposo (Pongking et al., 2020). En los parámetros de composición corporal en el modelo de inducción de obesidad se encontró una diferencia mayor al 10% al compararlo con el peso corporal de los animales estándar; lo cual se asoció con una mayor circunferencia de peso corporal y porcentaje de ganancia de peso. El consumo de hojas de frijol disminuyó la ganancia de peso corporal final en comparación con la ganancia de peso corporal final de los animales alimentados con HFFD; mientras que los animales con un cambio en el estilo de alimentación disminuyeron su circunferencia abdominal. Ambos parámetros están relacionados con una menor acumulación de tejido adiposo. El aumento de la circunferencia abdominal ha sido considerado un predictor independiente de morbilidad (Shamah-Levy et al., 2020), por lo que nuestros resultados sugieren un efecto protector frente al desarrollo de comorbilidades. Los beneficios del cambio de estilo de alimentación se atribuyen a la disminución del aporte calórico lo que influyó en una menor ganancia de peso corporal y por ende de circunferencia abdominal. Mientras tanto, el déficit que se atribuye al consumo de hojas de frijol se debe a los compuestos bioactivos que contiene. En este sentido, previamente se informó que el consumo de hojas de frijol en ratas con dieta obesogénica reduce el aumento de peso y la cantidad de tejido adiposo (Becerril-Campos et al. 2022).

Para verificar el efecto de DAGF sobre la acumulación de tejido adiposo y el impacto de los tratamientos, se analizaron el TAV y el TASC mediante resonancia magnética. En esta investigación se demostró que el consumo de hojas de frijol en DAGF disminuye la acumulación tanto de TAV como de TASC. La resonancia magnética es una técnica que permite proporcionar directamente mediciones de TAV y TASC y crear imágenes multidimensionales

de tejidos blandos (Fang et al., 2018). Un estudio previo reportó que la suplementación con hojas de frijol como tratamiento preventivo en el desarrollo de obesidad disminuyó la acumulación de tejido adiposo total sin presentar cambios en la ingesta de alimentos (Becerril-Campos et al., 2023), lo que sugiere que el mecanismo protector de las hojas de frijol contra la obesidad no se atribuye a la restricción energética. El efecto de las hojas de frijol sobre el tejido adiposo se puede atribuir a la fibra y a los compuestos fenólicos que contienen. Anteriormente se demostró que el consumo de hojas de frijol aumenta los AGCC en el contenido cecal (Becerril-Campos et al. 2022). Los AGCC son agonistas de los receptores de ácidos grasos libres FFAR2/3 que podrían reducir la acumulación de tejido adiposo (Mishra et al., 2020). Estudios anteriores han demostrado que algunos compuestos presentes en las hojas de frijol pueden reducir la hiperglucemia en modelos obesogénicos, incluida la fibra dietética (Liu et al., 2022). Recientemente se evaluó el efecto del consumo de 10% de hojas de frijol como medida preventiva en ratas obesas, demostrando una inhibición en las concentraciones séricas de glucosa (Becerril-Campos et al. 2022).En este estudio, demostramos que las hojas de frijol se pueden ingerir como tratamiento para reducir la glucosa sérica. La reducción de triglicéridos en heces por el consumo de hojas de frijol podría deberse a la menor absorción de lípidos de la dieta ya que no se modificó el contenido lipídico ni el aporte energético. La fibra insoluble se reconoce por aumentar la motilidad intestinal y reducir el tiempo de absorción de nutrientes. En este sentido, se ha demostrado que la fibra dietética procedente de alimentos como los frijoles disminuye los lípidos circulantes en ratones con una dieta rica en grasas (60%) (Liu et al., 2022).

Adicionalmente, se ha informado que las dietas ricas en grasas y azúcares promueven la alteración de la integridad intestinal (Horne et al., 2020b). Una de las principales características de la alteración en la integridad intestinal es el aumento de la permeabilidad intestinal donde el consumo de BL disminuyó la permeabilidad intestinal lo que a su vez podría estar asociado con un menor riesgo de endotoxemia metabólica. Para asociar la disminución de la permeabilidad intestinal con la protección contra el desarrollo de endotoxemia metabólica, se determinaron las concentraciones de LPS e IL-6 en circulación. Se encontró que el consumo de hojas de frijol inhibía la endotoxemia metabólica. Los lipopolisacáridos son endotoxinas que aumentan su concentración en circulación cuando hay un aumento de la permeabilidad intestinal; A su vez, esto se asoció con un aumento de la inflamación debido a marcadores proinflamatorios como la IL-6 (Ye et al., 2021). Se informó que la suplementación con carbohidratos accesibles a la microbiota en ratones con una dieta obesogénica baja en fibra generó hipoendotoxemia asociada con la mejora de la diversidad bacteriana y la integridad intestinal con el aumento de proteínas de uniones estrechas (Shi et al., 2020). Las proteínas de unión estrecha del epitelio intestinal actúan como barrera para antígenos como el LPS y el desarrollo de inflamación mediado por la activación del NF-κB presente en el lumen (Tan et al., 2021). También se ha reportado que la inclusión de alimentos fuente de fibra como cereales, verduras y legumbres se ha relacionado con la mejora de la microbiota intestinal y la disminución de la inflamación con menores concentraciones de LPS e IL-6 en circulación y la disminución en acumulación de tejido adiposo en modelos murinos (Lutsiv et al., 2021).

Finalmente, para comprender el impacto de la DAGF en la integridad intestinal y cómo podría impactar el tratamiento con consumo de las hojas de frijol, se analizaron los cambios histopatológicos en el yeyuno y el colon. En el yeyuno de animales alimentados con DAGFno se observa atrofia de las vellosidades, lo que se asocia con una mayor absorción de nutrientes; sin embargo, se demostró una mayor infiltración de linfocitos e hiperplasia, lo que se relaciona con inflamación tanto en yeyuno como en colon. Mientras que, el 75% de las porciones de yeyuno y el 80% de las porciones de colon de los animales que consumieron BL no mostraron cambios histopatológicos, lo que sugiere un efecto protector contra la inflamación intestinal. Además, si bien el cambio de estilo de alimentación por SD disminuyó las alteraciones metabólicas, no protegió contra el daño intestinal, presentando atrofia de las

vellosidades e infiltración de linfocitos. El intestino delgado absorbe los nutrientes de la dieta (Treuting et al., 2018). Los lípidos de la dieta se absorben en más del 94% en el yeyuno (Farré et al., 2020). En esta misma zona del intestino se absorbe fructosa a través de GLUT5, cuyo exceso favorece la disbiosis intestinal en modelos murinos, asociada a un aumento de la permeabilidad intestinal (Li et al., 2019). En el colon, el consumo elevado de grasas proporciona sustratos para especies bacterianas que sintetizan enzimas digestivas que aumentan la síntesis de metabolitos proinflamatorios como los ácidos indoxilsulfúrico, araquidónico y esteárico, promoviendo la permeabilidad intestinal (Tan et al., 2021).

En este estudio se demostró que una HFFD induce obesidad con cambios metabólicos y causa daño a la integridad intestinal, promoviendo la endotoxemia metabólica. Estas alteraciones se pueden reducir con el consumo de hojas de frijol a pesar de mantener el aporte de grasas y fructosa en la dieta. Lo anterior demuestra que la incorporación de fuentes vegetales como las hojas de frijol pueden enriquecer la dieta y ser parte del tratamiento contra la obesidad y daños a la integridad intestinal.

Referencias bibliográficas

Agustí, A., García-Pardo, M. P., López-Almela, I., Campillo, I., Maes, M., Romaní-Pérez, M., & Sanz, Y. (2018). Interplay between the gut-brain axis, obesity and cognitive function. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 12, Issue MAR, p. 155). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00155

Becerril-Campos, A. A., Ramos-Gómez, M., De Los Ríos-Arellano, E. A., Ocampo-Anguiano, P. V., González-Gallardo, A., Macotela, Y., García-Gasca, T., & Ahumada-Solórzano, S. M. (2023). Bean Leaves Ameliorate Lipotoxicity in Fatty Liver Disease. *Nutrients*, *15*(13). https://doi.org/10.3390/NU15132928

Do, M. H., Lee, E., Oh, M. J., Kim, Y., & Park, H. Y. (2018). High-glucose or-fructose diet cause changes of the gut microbiota and metabolic disorders in mice without body weight change. *Nutrients*, *10*(6). https://doi.org/10.3390/nu10060761

Fang, H., Berg, E., Cheng, X., & Shen, W. (2018). How to best assess abdominal obesity. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *21*(5), 360. https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000485

Farré, R., Fiorani, M., Rahiman, S. A., & Matteoli, G. (2020). Intestinal Permeability, Inflammation and the Role of Nutrients. *Nutrients*, *12*(4). https://doi.org/10.3390/NU12041185

Horne, R. G., Yu, Y., Zhang, R., Abdalqadir, N., Rossi, L., Surette, M., Sherman, P. M., & Adeli, K. (2020a). High fat-high fructose diet-induced changes in the gut microbiota associated with dyslipidemia in Syrian hamsters. *Nutrients*, *12*(11), 1–20. https://doi.org/10.3390/nu12113557

Lecomte, V., Kaakoush, N. O., Maloney, C. A., Raipuria, M., Huinao, K. D., Mitchell, H. M., & Morris, M. J. (2015). Changes in gut microbiota in rats fed a high fat diet correlate with obesity-associated metabolic parameters. *PLoS ONE*, *10*(5). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0126931

Li, J. M., Yu, R., Zhang, L. P., Wen, S. Y., Wang, S. J., Zhang, X. Y., Xu, Q., & Kong, L. D. (2019). Dietary fructose-induced gut dysbiosis promotes mouse hippocampal neuroinflammation: a benefit of short-chain fatty acids. *Microbiome*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/S40168-019-0713-7

Liu, J., Hefni, M. E., Witthöft, C. M., Bergström, M., Burleigh, S., Nyman, M., & Hållenius, F. (2022). Effects of Whole Brown Bean and Its Isolated Fiber Fraction on Plasma Lipid Profile, Atherosclerosis, Gut Microbiota, and Microbiota-Dependent Metabolites in Apoe−/− Mice. *Nutrients*, *14*(5). https://doi.org/10.3390/NU14050937/S1

Lutsiv, T., Weir, T. L., McGinley, J. N., Neil, E. S., Wei, Y., & Thompson, H. J. (2021). Compositional changes of the high-fat diet-induced gut microbiota upon consumption of common pulses. *Nutrients*, *13*(11). https://doi.org/10.3390/NU13113992/S1

Martinez Zavala, M., Mora Avilés, M. A., Anaya Loyola, M. A., Guzmán Maldonado, H., Aguilera Barreiro, A., Blanco Labra, A., & García Gasca, T. (2016). Common Bean Leaves as a Source of Dietary Iron. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1–6.

Mateos-Maces, L., Chávez-Servia, J. L., Vera-Guzmán, A. M., Aquino-Bolaños, E. N., Alba-Jiménez, J. E., & Villagómez-González, B. B. (2020). Edible Leafy Plants from Mexico as Sources of Antioxidant Compounds, and Their Nutritional, Nutraceutical and Antimicrobial Potential: A Review. *Antioxidants*, *9*(6), 1–24. https://doi.org/10.3390/ANTIOX9060541

Mishra, S. P., Karunakar, P., Taraphder, S., & Yadav, H. (2020). Free fatty acid receptors 2 and 3 as microbial metabolite sensors to shape host health: Pharmacophysiological view. In *Biomedicines* (Vol. 8, Issue 6). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/BIOMEDICINES8060154

Pongking, T., Haonon, O., Dangtakot, R., Onsurathum, S., Jusakul, A., Intuyod, K., Sangka, A., Anutrakulchai, S., Cha'on, U., Pinlaor, S., & Pinlaor, P. (2020). A combination of monosodium glutamate and high-fat and high-fructose diets increases the risk of kidney injury, gut dysbiosis and host-microbial co-metabolism. *PLoS ONE*, *15*(4), e0231237. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231237

Shamah-Levy, T., Vielma-Orozco, E., Heredia-Hernández, O., Romero-Martínez, M., Mojica-Cuevas, J., Cuevas-Nasu, L., Santaella-Castell, J., & Rivera-Dommarco, J. (2020). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19 Resultados Nacionales*. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf

Shi, H., Wang, Q., Zheng, M., Hao, S., Lum, J. S., Chen, X., Huang, X. F., Yu, Y., & Zheng, K. (2020). Supplement of microbiota-accessible carbohydrates prevents neuroinflammation and cognitive decline by improving the gut microbiota-brain axis in

diet-induced obese mice. *Journal of Neuroinflammation*, *17*(1). https://doi.org/10.1186/s12974-020-01760-1

Tan, R., Dong, H., Chen, Z., Jin, M., Yin, J., Li, H., Shi, D., Shao, Y., Wang, H., Chen, T., Yang, D., & Li, J. (2021). A Model of Metabolic Syndrome and Related Diseases with Intestinal Endotoxemia in Rats Fed a High. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *11*. https://doi.org/10.3389/FCIMB.2021.654074/FULL

Treuting, P., Dintzis, S., & Montine, K. (2018). *Cap. 20 Nervious sistem. In comparative anatomy and histology a mouse, rat, and human atlas.* (ELSEVIER (ed.); Second (ed).

Wu, Y., Hu, S., Yang, D., Li, L., Li, B., Wang, L., Li, M., Wang, G., Li, J., Xu, Y., Zhang, X., Niu, C., & Speakman, J. R. (2022). Increased Variation in Body Weight and Food Intake Is Related to Increased Dietary Fat but Not Increased Carbohydrate or Protein in Mice. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 835536. https://doi.org/10.3389/FNUT.2022.835536/FULL

Ye, X., Liu, Y., Hu, J., Gao, Y., Ma, Y., & Wen, D. (2021). Chlorogenic Acid-Induced Gut Microbiota Improves Metabolic Endotoxemia. *Frontiers in Endocrinology*, *12*. https://doi.org/10.3389/FENDO.2021.762691/FULL

Cáncer colorrectal y desnutrición, un reto para el sector salud: estudio de casos y controles

Berenice Méndez-Rojas[1], Katia Marisol Guerrero-Nieto[1], Rosalva Hernández-Oviedo[1,2], Olga P. García[1].

[1]Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.
[2]Hospital General de Querétaro, Querétaro, México.

Resumen

Introducción: En México el cáncer colorrectal es la primera causa de muerte por tumores malignos en adultos jóvenes. La desnutrición tiene un papel muy importante en la evolución de las enfermedades oncológicas, condicionando la evolución y la supervivencia del paciente con cáncer.
Objetivo: Evaluar el estado nutricional del paciente con cáncer colorrectal de diagnóstico reciente.
Materiales y métodos: Estudio de casos y controles en donde se incluyeron 14 pacientes recién diagnosticados con cáncer de colon en el Hospital General de Querétaro y 14 sujetos sin enfermedades oncológicas los cuales fueron reclutados de la población en general.
Resultados: Los resultados indican que de acuerdo con la VGS-GP, el 78.6% de los pacientes oncológicos presentaban algún grado de desnutrición; mientras que, solo el 7.1% de los controles presentaba desnutrición moderada. De acuerdo con el ángulo de fase 75% de los pacientes con cáncer colorrectal estaban desnutridos, por otra parte, 100% de los controles tenía un ángulo de fase dentro de los valores recomendados.
Conclusión: La ocurrencia de desnutrición en el paciente con diagnóstico reciente de cáncer colorrectal es alta, lo que resalta la importancia de crear estrategias que permitan la identificación temprana del riesgo nutricional en las instituciones de salud.

Palabras clave: cáncer colorrectal, ángulo de fase, impedancia bioeléctrica, desnutrición

Abstract

Introduction: In Mexico, colorectal cancer is the leading cause of death from malignant tumors in young adults. Malnutrition plays a very important role in the evolution of oncological diseases, conditioning the evolution and survival of cancer patients.
Aim: To evaluate the nutritional status of patients with recently diagnosed colorectal cancer.
Materials and methods: Case-control study that included 14 patients newly diagnosed with colorectal cancer at the Hospital General de Querétaro and 14 subjects without oncological diseases who were recruited from the general population.
Results: The results indicate that according to the VGS-GP, 78.6% of oncology patients presented some degree of undernutrition; while only 7.1% of the controls had moderate undernutrition. According to the phase angle, 75% of patients with colorectal cancer were malnourished, on the other hand, 100% of the controls had a phase angle within the recommended values.
Conclusion: The occurrence of malnutrition in patients with a recent diagnosis of colorectal cancer is high, which highlights the importance of creating strategies that allow early identification of nutritional risk in health institutions.

Keywords: colorectal cancer, phase angle, bioelectrical impedance, undernutrition

Introducción

El cáncer colorrectal es un problema de salud pública creciente a nivel mundial (Hou et al., 2022). En México el cáncer colorrectal es la primera causa de muerte por tumores malignos en hombres de 30 a 59 años, en los adultos mayores (> 60 años) el cáncer colorrectal representa la tercera causa de muerte en hombres y mujeres (INEGI, 2022).

La desnutrición y la pérdida de masa muscular son características comunes de los pacientes con cáncer. Se ha observado que entre un 15 a 40% de los

pacientes ya presenta pérdida de peso al momento del diagnóstico en función con el tipo de neoplasia. En este sentido, el cáncer colorrectal presenta una incidencia de desnutrición que va desde el 48 hasta el 61% (Ocón-Bretón et al., 2018).

El estado nutricional deteriorado tiene un fuerte impacto en la calidad de vida del paciente oncológico; además, compromete sus resultados clínicos y los hace más susceptibles a presentar toxicidad como consecuencia del tratamiento antineoplásico, lo que en última instancia, termina poniendo en riesgo su supervivencia. Por lo anterior, algunos investigadores han observado que entre el 10 al 20% de los pacientes con cáncer fallecen a consecuencia de la desnutrición (Castillo-Martinez et al., 2018; Muscaritoli et al., 2021).

Aunado a lo anterior, la desnutrición repercute en la estancia hospitalaria y en los costos por atención médica, con un aumento medio de la estancia de 3 a 4 días en pacientes desnutridos y un incremento de los costos relacionados con la hospitalización de un 20 a 25% (Ocón-Bretón et al., 2018).

Sin embargo, aun cuando la información sobre los costos en la salud del paciente oncológico y el incremento de gastos médico resulta clara. Son pocos los centros de salud que implementan la atención temprana por parte del nutriólogo clínico en el paciente hospitalizado y le dan un seguimiento por medio del servicio de consulta externa. La identificación temprana de riesgo nutricional es esencial en oncología, más aún, existen herramientas como la valoración global subjetiva generada por el paciente (VGS-GP), que están enfocadas en el paciente oncológico y que son muy rápidas de aplicar (Gangadharan et al., 2017; Ocón-Bretón et al., 2018).

La bioimpedancia eléctrica (BIA) es otra herramienta práctica y no invasiva que arroja datos de composición corporal y el ángulo de fase. El ángulo de fase permite evaluar la calidad y cantidad de células tisulares y la integridad de la membrana celular; por lo cual, es un indicador de gran importancia para identificar el estado de nutrición y la evolución del paciente con cáncer (de Souza et al., 2021; Mauricio et al., 2016).

La evaluación de la composición corporal y el ángulo de fase en conjunto con los parámetros bioquímicos, entre los que se encuentran la hemoglobina, el recuento total de linfocitos, el colesterol, triglicéridos, proteínas totales, entre otros, permitirán brindar un diagnóstico más preciso del estado nutricional del paciente, de forma que se pueda brindar la terapia nutrimental oportuna y precisa para cada paciente (Rinninella et al., 2021; Zheng et al., 2021). Dada la importancia que tiene el diagnóstico nutricional temprano, el objetivo del presente estudio fue evaluar el estado nutricional del paciente con cáncer colorrectal de diagnóstico reciente.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional de casos y controles, en dónde se incluyeron 14 pacientes con cáncer colorrectal como parte del grupo de casos y 14 pacientes sin enfermedades oncológicas como parte del grupo de controles. El estudio se realizó en el periodo de enero a agosto del 2023 en el Hospital General de Querétaro. El proyecto fue previamente aprobado por los Comités de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales dentro de la Universidad Autónoma de Querétaro y el Hospital General de Querétaro. Se cumplieron con las directrices éticas de la Asociación Médica Mundial y la declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013). De igual forma el estudio se realizó bajo los lineamientos en materia de Investigación en seres humanos de la Ley General de Salud de México (LEY GENERAL DE SALUD, 1984). Se solicito la firma del consentimiento informado de todos los pacientes.

Los pacientes se reclutaron en el piso de cirugía posterior a la resección del tumor. Se incluyeron aquellos pacientes de edad ≥ 19 años, de ambos sexos. Se excluyeron los pacientes bajo tratamiento de quimioterapia o radioterapia, en terapia de reemplazo renal, con antecedente de enfermedad oncológica y con consumo de tratamientos alternativos para el cáncer. Para el grupo control se incluyeron 14 sujetos

de la población general, sin enfermedades oncológicas.

Evaluación nutricional
Dentro de la evaluación nutricional se consideró la realización de la valoración global subjetiva generada por el paciente (VGS-GP), la toma de peso y estatura, la bioimpedancia eléctrica (BIA), estudios de laboratorio.

Valoración global subjetiva generada por el paciente
Se utilizó la valoración global subjetiva generada por el paciente (VGS-GP) como un instrumento de estimación del estado de nutrición, el cual utiliza datos de la historia clínica como cambio de peso no intencional, evaluación de la ingesta dietética, presencia de síntomas gastrointestinales, capacidad funcional y examinación física del paciente oncológico (Gupta et al., 2008). Posterior a la evaluación, los pacientes se clasifican en una de tres categorías: (A) Bien nutrido, (B) Sospecha de desnutrición o moderadamente desnutrido o (C) Gravemente desnutrido (Gupta et al., 2008; Mauricio et al., 2016). La VGS-GP ha sido previamente validada como herramienta de valoración nutricional en el paciente oncológico.

Valoración antropométrica
Las variables antropométricas incluyeron el peso y estatura. El peso se tomó con una báscula digital de alta capacidad (SECA modelo 813, Hamburgo, Alemania) con capacidad de 200 kg y variación de 0.1 kg. Para medir la estatura se usó un estadímetro portátil (SECA modelo 213, Hamburgo, Alemania) con 205 cm de altura y 0.1 cm de precisión.

Bioimpedancia eléctrica
Se obtuvieron los valores de índice de masa grasa, índice de masa libre de grasa, masa muscular esquelética y ángulo de fase por medio de un analizador de composición corporal (SECA Mbca modelo 525, Hamburgo, Alemania) que usa una corriente eléctrica baja de 50 kHz.

Evaluación bioquímica
Como parte de los parámetros bioquímicos se tomaron en cuenta la hemoglobina, conteo total de linfocitos, glucosa, urea, nitrógeno ureico en sangre (BUN), creatinina, colesterol total, triglicéridos, proteínas totales y albúmina.

Cuestionario socioeconómico
Se utilizó el índice de niveles socioeconómicos de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI). Los hogares de las personas evaluadas se clasificaron en uno de siete niveles acorde a su capacidad para satisfacer las necesidades de sus integrantes utilizando la "Regla de NSE 2022". Los niveles socioeconómicos señalados por la AMAI son A/B y C+: la clase alta; C: clase media alta; C-: clase media; D+: clase media baja; D: clase baja; E: marginada (NSE, n.d.).

Análisis estadístico
Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS (versión 29, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Se realizó el análisis de normalidad por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. La comparación entre grupos se realizó mediante la prueba chi-cuadrada para la variables cualitativas y t-Student para las variables cuantitativas paramétricas. Para las variables no paramétricas se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney. El intervalo de confianza fue del 95 % con un nivel de significación de $p< 0.05$.

Resultados

Dentro de este estudio se evaluaron un total de 14 pacientes con diagnóstico reciente de cáncer colorrectal atendidos en el Hospital General de Querétaro. Asimismo, se incluyeron 14 sujetos sin antecedentes personales o diagnóstico de enfermedades oncológicas. La ***Tabla 1*** muestra la comparación de las características sociodemográficas entre los pacientes con cáncer colorrectal y el grupo control. Como parte de los hallazgos, hubo diferencias significativas al evaluar la ocupación de los sujetos del estudio, en donde se observó que, de los pacientes con cáncer, el 42.9% se dedicaba al hogar, el 21.4% trabajaba en el campo, el 14.3% se desempeñaba en algún oficio (albañilería o herrería) y el 21.4% era desempleado. Mientras que, los sujetos del grupo control eran principalmente pensionados (21.4%), o trabajaban en oficina (14.3%), como servidores

públicos (7.1%) o como docentes (14.3%). También se observó una diferencia estadísticamente significativa en los resultados de la VGS-GP, la cual indicó que el 42.9% de los pacientes con cáncer colorrectal cursaban con desnutrición moderada y el 35.7% con desnutrición grave; por su parte, solo el 7.1% de los controles presentó desnutrición moderada y el resto se ubicó dentro de la categoría de bien nutrido. Por último, se puede observar que del total de pacientes oncológicos el 28.6% de ellos falleció durante el transcurso del estudio.

Tabla 1. Comparación de las características sociodemográficas de los pacientes con cáncer colorrectal y los controles sin cáncer

Característica	Cáncer colorrectal		Controles		
	n	%	n	%	p
Edad (X ± DE)[a]	14	59.5 (14.6)	14	60 (13.0)	0.935
Sexo					0.647
Hombre	7	50	7	50	
Mujer	7	50	7	50	
Estado civil					0.666
Soltero	2	14.3	1	7.1	
Casado	10	71.4	11	78.6	
Unión Libre	1	7.1	1	7.1	
Viudo	1	7.1	1	7.1	
Procedencia					0.347
Querétaro	9	64.3	13	92.9	
Cadereyta	1	7.1	1	7.1	
San Luis Potosí	1	7.1	-	-	
Oaxaca	1	7.1	-	-	
Guanajuato	1	7.1	-	-	
Pinal de Amoles	1	7.1	-	-	
Escolaridad					0.096
Nula	1	7.1	-	-	
Primaria trunca	1	7.1	-	-	
Primaria	6	42.9	2	14.3	
Secundaria	1	7.1	-	-	
Preparatoria	4	28.6	3	21.4	
Licenciatura	1	7.1	3	21.4	
Carrera técnica			4	28.6	
Posgrado	-	-	2	14.3	
Ocupación					0.046*
Hogar	6	42.9	4	28.6	
Agricultor	3	21.4	-	-	
Oficio	2	14.3	1	7.1	
Comerciante	-	-	1	7.1	
Desempleado	3	21.4	-	-	
Pensionado	-	-	3	21.4	
Oficinista	-	-	2	14.3	
Servidor público	-	-	1	7.1	
Docente	-	-	2	14.3	
Nivel socioeconómico					0.070
Alto	4	30.8	7	50	
Medio alto	5	38.5	4	28.6	
Medio bajo	1	7.7	3	21.4	
Bajo	3	23.1	-	-	
Estadio del cáncer					
I	2	16.7		NA	
II	3	25.0		NA	
III	2	16.7		NA	
IV	5	41.7		NA	
VGS-GP					< 0.001*
Bien nutrido	3	21.4	13	92.9	
Moderadamente desnutrido	6	42.9	1	7.1	
Gravemente desnutrido	5	35.7	-	-	
Defunción					0.049*
Si	4	28.6	-	-	
No	10	71.4	14	100	

VGS-GP: Valoración global subjetiva generada por el paciente
Prueba chi cuadrado
[a] Prueba t-Student
Prueba bilateral *p <0.05

En la ***Tabla 2*** se muestra la comparación de los indicadores de composición corporal entre los pacientes con cáncer colorrectal y los controles, en la cual se observa una diferencia estadísticamente significativa para el ángulo de fase, encontrando que el 75% de los pacientes presentan una disminución en el ángulo de fase; mientras que, el 100% de los controles mantienen un valor adecuado de este indicador.

Tabla 2. Comparación de indicadores de composición corporal entre pacientes con cáncer colorrectal y controles sin cáncer.

Característica	Cáncer colorrectal		Controles		
	n	datos	n	datos	p
IMC (kg/m^2)[b]	13	25.02 (17.08)	14	28.04 (24.83)	0.058
Bajo peso[c]		0 (0)		0 (0)	
Normopeso[c]		6 (46.20)		2 (14.30)	
S/O[c]		7 (53.80)		12 (85.7)	
IMLG (kg/m^2) [a]	10	17.31 (2.11)	14	17.32 (2.23)	0.991
MLG disminuida[c]		1 (9.10)		1 (7.10)	
MLG promedio[c]		9 (81.8)		12 (85.70)	
MLG alta[c]		1 (9.10)		1 (7.10)	

IMG (kg/m^2) [a]	10	9.48 (5.08)	14	8.62 (3.17)	0.645
MG disminuida[c]		1 (9.10)		0 (0)	
MG promedio[c]		8 (72.70)		14 (100)	
MG alta[c]		2 (18.20)		0 (0)	
MME (kg) [a]	10	7.37 (1.53)	14	7.99 (1.40)	0.322
MM depletada[c]		4 (40)		3 (21.40)	
MM promedio[c]		5 (50)		11 (78.60)	
MM aumentada[c]		1 (10)		0 (0)	
ÁF (grados)[b]	12	4.95 (4.70)	14	5.85 (2.00)	0.009*
Disminuido[c]		9 (75)		0 (0)	
Adecuado[c]		3 (25)		14 (100)	

AF: Ángulo de fase; IMC: índice de masa corporal; IMLG: Índice de masa libre de grasa; IMG: Índice de masa grasa; MG: Masa grasa; MLG: Masa libre de grasa; MM: Masa muscular; MME: Masa muscular esquelética; S/O: Sobrepeso/obesidad.

[a] Las variables paramétricas son presentadas como media ± desviación estándar.

[b] Las variables no paramétricas son presentadas como mediana (rango intercuartil).

[c] Los datos categóricos se presentan como n (%).

En la ***Tabla 3*** se observan algunas de las pruebas bioquímicas relacionadas con el estado nutricional en dónde se puede observar que el 42.9% de los pacientes con cáncer presentaban anemia al momento del diagnóstico, 85.7% de ellos presentaban conteos bajos de linfocitos, el cual es un indicador de desnutrición. Además 88.9% de ellos presentaban proteínas totales bajas y 88.9% de ellos tenían algún grado de depleción en los niveles plasmáticos de albúmina, todos estos resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas al compararlos con los valores obtenidos en el grupo control.

Tabla 3. Comparación de parámetros bioquímicos relacionados con el estado nutricional.

Característica	Cáncer colorrectal		Controles		
	n	datos	n	datos	p
Hemoglobina (g/dL) [a]	14	11.85 (1.97)	14	14.92 (1.12)	<0.001*
Anemia[c]		6 (42.90)		0 (0)	
Sin anemia[c]		8 (57.10)		14 (100)	
Conteo total de linfocitos (mm^3) [a]	14	1385.20 (537.49)	14	1888.66 (556.59)	0.011*
Adecuado[c]		2 (14.30)		4 (28.60)	
Depleción leve[c]		7 (50)		9 (64.30)	
Depleción moderada/grave[c]		5 (35.70)		1 (7.10)	
Glucosa (mg/dL) [a]	14	104.45 (23.77)	14	104.50 (13.40)	0.994
Hipoglucemia[c]		1 (7.10)		0 (0)	
Normoglucemia[c]		6 (42.90)		6 (42.90)	
Hiperglucemia[c]		7 (50)		8 (57.10)	
Urea (mg/dL) [a]	14	27.85 (12.94)	14	29.05 (9.19)	0.780
Baja[c]		3 (21.40)		1 (7.10)	
Adecuado[c]		10 (71.40)		12 (85.70)	
Alta[c]		1 (7.10)		1 (7.10)	
BUN (mg/dL) [a]	14	12.99 (6.06)	14	13.5 (4.48)	0.804
Bajo[c]		1 (7.10)		0 (0)	
Adecuado[c]		11 (78.60)		13 (92.90)	
Alto[c]		2 (14.30)		1 (7.10)	
Creatinina (mg/dL)[b]	14	0.67 (1.10)	14	0.90 (0.50)	0.024*
Baja[c]		1 (7.10)		0 (0)	
Adecuado[c]		11 (78.60)		12 (85.7)	
Alta[c]		2 (14.30)		2 (14.30)	
Colesterol total (mg/dL) [a]	12	125.55 (46.71)	14	182.42 (28.13)	0.002*
Bajo[c]		11 (91.70)		3 (21.40)	
Adecuado[c]		0 (0)		7 (50.50)	
Alto[c]		1 (8.30)		4 (28.60)	
Triglicéridos (mg/dL) [a]	12	100.75 (56.30)	14	122.60 (60.43)	0.350
Bajos[c]		1 (8.30)		0 (0)	
Adecuado[c]		9 (75)		10 (71.40)	
Altos[c]		2 (16.70)		4 (28.60)	
Proteínas totales (g/dL)[b]	9	5.10 (3.40)	14	6.8 (1.90)	< 0.001*
Bajas[c]		8 (88.90)		1 (7.10)	
Adecuado[c]		1 (11.10)		13 (92.90)	

Albúmina (g/dL)[b]	9	2.60 (2.20)	14	4.25 (0.60)	< 0.001*
Normal[c]		1 (11.10)		14 (100)	
Depleción leve[c]		1 (11.10)		0 (0)	
Depleción moderada/grave[c]		7 (77.80)		0 (0)	

BUN: Nitrógeno ureico en sangre

[a] Las variables paramétricas son presentadas como media ± desviación estándar.

[b] Las variables no paramétricas son presentadas como mediana (rango intercuartil).

[c] Los datos categóricos se presentan como n (%)

Discusión

Los tamizajes nutricionales desempeñan un papel muy importante en la identificación de los pacientes con riesgo nutricional, de acuerdo con las guías clínicas de la A.S.P.E.N. (Sociedad Americana de Nutrición Enteral y Parenteral) y la ESPEN (Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo) (August & Huhmann, 2009; Muscaritoli et al., 2021) la VGS-GP es una herramienta de tamizaje recomendada para el paciente oncológico. La VGS-GP es considerado como el primer paso de la evaluación del estado nutricional del paciente.

En línea con lo anterior, se puede observar que 78.6% de los pacientes con cáncer colorrectal evaluados en este estudio, ya presentaban algún grado de desnutrición, esta cifra es mayor a lo encontrado por Ocón-Bretón et al., (2018), quienes mencionan que del 48 al 61% de los pacientes presentan desnutrición al momento del diagnóstico.

Los resultados de este estudio también muestran que de acuerdo con el IMC ninguno de los pacientes presentaba desnutrición, en este sentido Muscaritoli et al., (2010) mencionan que los pacientes con enfermedad subyacente podrían presentar desnutrición aún en presencia de un IMC elevado. Por este motivo el IMC no se recomienda como indicador aislado de desnutrición y es importante hacer uso de otras herramientas.

Por lo tanto, el ángulo de fase ha comenzado a utilizarse como un marcador del estado nutricional en el paciente oncológico, este indicador también puede servir como pronóstico de la evolución y supervivencia de estos pacientes. Previamente se ha establecido que un ángulo de fase por debajo de 5.57° está relacionado con mala evolución y baja supervivencia para el paciente con cáncer colorrectal (Norman et al., 2012). Dentro de este estudio se observó que el 75% de los pacientes presentaban un ángulo de fase por debajo del valor recomendado de acuerdo con su patología, del mismo modo es importante mencionar que, hasta la fecha de conclusión del estudio, el 28.6% de los pacientes ya habían fallecido, lo que concuerda con lo observado por de Souza et al., (2021).

Los resultados del tamizaje y la composición corporal son complementados con los hallazgos identificados en los parámetros bioquímicos. De acuerdo con Louay Omran & Morley, (2000) los niveles de albúmina plasmática pueden relacionarse con riesgo aumentado de la mortalidad, en este estudio encontramos que el 88.9% de los pacientes con cáncer colorrectal presentaban hipoalbuminemia, datos que no son observados en el grupo control, en donde el 100% de los pacientes tenían niveles de albúmina en sangre adecuados.

Los triglicéridos y el colesterol total también son indicadores relacionados con el estado de nutrición (Zhang et al., 2017). Al analizar los resultados, se puede observar que 91.7% de los pacientes presentaban hipocolesterolemia; mientras que 8.3% presentaba niveles de triglicéridos bajos. En el caso de los controles el 28.6% presentaba hipercolesterolemia y el 28.6% tenía niveles altos de triglicéridos en sangre, valores que también pueden ser considerados como parte de los factores de riesgo para el desarrollo de cáncer colorrectal (Yang et al., 2022).

Conclusión

En los últimos años, la incidencia de cáncer colorrectal ha aumentado a nivel mundial y México no es la excepción. El paciente con cáncer, por naturaleza, tiene un riesgo elevado de desarrollar desnutrición. Sin embargo, aun cuando las

recomendaciones de las guías prácticas de la A.S.P.E.N. y la ESPEN son claras, en la mayoría de los centros hospitalarios no se cuenta con un plan de acción y el paciente oncológico es referido al servicio de nutrición de forma tardía.

Los resultados mostrados en este estudio resaltan la importancia de crear conciencia entre el equipo de salud sobre el costo de la desnutrición para el paciente; así como también busca invitar a implementar estrategias que permitan detectar de forma temprana el riesgo nutricional, de manera que el tratamiento encaminado a mejorar el estado de nutrición pueda brindarse oportunamente permitiendo una mejor calidad de vida y aumentando las probabilidades de recuperación del paciente con cáncer.

Referencias bibliográficas

August, D. A., & Huhmann, M. B. (2009). A.S.P.E.N. Clinical guidelines: Nutrition support therapy during adult anticancer treatment and in hematopoietic cell transplantation. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 33(5), 472–500. https://doi.org/10.1177/0148607109341804

Castillo-Martinez, L., Castro-Eguiluz, D., Copca-Mendoza, E. T., Perez-Camargo, D. A., Reyes-Torres, C. A., Avila, E. A. D., Lopez-Cordova, G., Fuentes-Hernandez, M. R., Cetina-Perez, L., & Milke-Garcia, M. D. P. (2018). Nutritional assessment tools for the identification of malnutrition and nutritional risk associated with cancer treatment. Revista de Investigacion Clinica, 70(3), 121–125. https://doi.org/10.24875/RIC.18002524

de Souza, A. P. S., da Silva, L. C., & Fayh, A. P. T. (2021). Nutritional intervention contributes to the improvement of symptoms related to quality of life in breast cancer patients undergoing neoadjuvant chemotherapy: A randomized clinical trial. Nutrients, 13(2), 1–15. https://doi.org/10.3390/nu13020589

Gangadharan, A., Choi, S. E., Hassan, A., Ayoub, N. M., Durante, G., Balwani, S., Kim, Y. H., Pecora, A., Goy, A., & Suh, K. S. (2017). Protein calorie malnutrition, nutritional intervention and personalized cancer care. Oncotarget, 8(14), 24009–24030. https://doi.org/10.18632/oncotarget.15103

Gupta, D., Lis, C. G., Dahlk, S. L., King, J., Vashi, P. G., Grutsch, J. F., & Lammersfeld, C. A. (2008). The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. Nutrition Journal, 7(1), 1–6. https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-19/TABLES/4

Hou, X., Zheng, Z., Wei, J., & Zhao, L. (2022). Effects of gut microbiota on immune responses and immunotherapy in colorectal cancer. In Frontiers in Immunology (Vol. 13). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1030745

INEGI. (2022). Estadísticas a propóstio del día mundial contra el cáncer. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2018/cancer2018_nal.pdf

LEY GENERAL DE SALUD, Diario Oficial de la Federación (1984). https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4652777&fecha=07/02/1984#gsc.tab=0

Louay Omran, M., & Morley, J. E. (2000). Assessment of Protein Energy Malnutrition in Older Persons, Part II: Laboratory Evaluation. Nutrition, 16, 131–140.

Mauricio, S. F., Ribeiro, H. S., & Correia, M. I. T. D. (2016). Nutritional Status Parameters as Risk Factors for Mortality in Cancer Patients. Nutrition and Cancer, 68(6), 949–957. https://doi.org/10.1080/01635581.2016.1188971

Muscaritoli, M., Anker, S. D., Argilés, J., Aversa, Z., Bauer, J. M., Biolo, G., Boirie, Y., Bosaeus, I., Cederholm, T., Costelli, P., Fearon, K. C., Laviano, A., Maggio, M., Rossi Fanelli, F., Schneider, S. M., Schols, A., & Sieber, C. C. (2010). Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics." Clinical Nutrition, 29, 154–159. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2009.12.004

Muscaritoli, M., Arends, J., Bachmann, P., Baracos, V., Barthelemy, N., Bertz, H., Bozzetti, F., Hütterer, E., Isenring, E., Kaasa, S., Krznaric, Z., Laird, B., Larsson, M., Laviano, A., Mühlebach, S., Oldervoll, L., Ravasco, P., Solheim, T. S., Strasser, F., … Bischoff, S. C. (2021). ESPEN practical guideline: Clinical Nutrition in Cancer. Clinical Nutrition, 40(5), 2898–2913. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.02.005

Norman, K., Stobäus, N., Pirlich, M., & Bosy-Westphal, A. (2012). Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters. Clinical Nutrition, 31(6), 854–861. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008

Ocón-Bretón, M. J., Luengo-Pérez, L. M., Viruzuela, J. A., Álvarez-Hernández, J., Jiménez-Fonseca, P., Cervera-Peris, M., Sendrós-Maroño, M. J., Grande, E., & Camblor-Álvarez, M. (2018). Soporte nutricional y nutrición parenteral en el paciente oncológico: informe de consenso de un grupo de expertos. Nutrición Hospitalaria, xx. https://doi.org/10.20960/nh.1361

Rinninella, E., Raoul, P., Cintoni, M., Palombaro, M., Pulcini, G., Gasbarrini, A., & Mele, M. C. (2021). Nutritional interventions targeting gut microbiota during cancer therapies. Microorganisms, 9(7), 1–16. https://doi.org/10.3390/microorganisms9071469

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. Journal of the American Medical Association, 20(3), 14–18. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199241323.003.0025

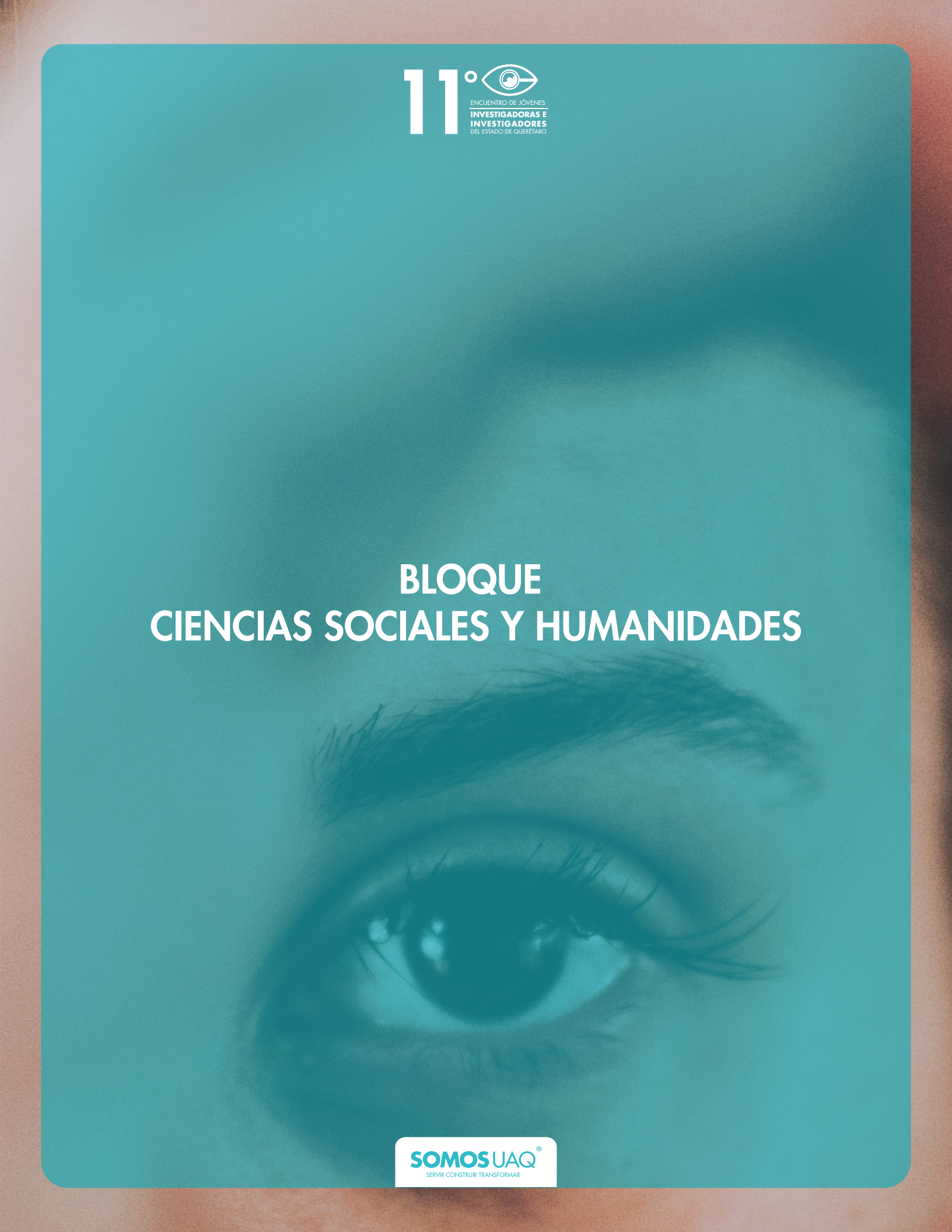
Yang, Z., Tang, H., Lu, S., Sun, X., & Rao, B. (2022). Relationship between serum lipid level and colorectal cancer: A systemic review and meta-analysis. BMJ Open, 12(6). https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-052373

Zhang, Z., Pereira, S. L., Luo, M., & Matheson, E. M. (2017). Evaluation of blood biomarkers associated with risk of malnutrition in older adults: A systematic review and meta-analysis. Nutrients, 9(8). https://doi.org/10.3390/nu9080829

Zheng, K., Lu, J., Liu, X., Ji, W., Liu, P., Cui, J., & Li, W. (2021). Applied nutritional investigation The clinical application value of the extracellular-water-to-total-body-water ratio obtained by bioelectrical impedance analysis in people with advanced cancer. Nutrition, 96(2022), 1–9.

11° ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORAS E INVESTIGADORES DEL ESTADO DE QUERÉTARO

BLOQUE
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES



SOMOS UAQ®
SERVIR CONSTRUIR TRANSFORMAR

ÍNDICE

CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Leonardo Jiménez-González, Brandon Yahir Osorio Zamudio, Dante Márquez-López, Selene Ramírez Rosales, Jorge Luis Pérez-Ramos, Luis Antonio Díaz Jiménez, Hugo Jiménez-Hernández, Daniel Cantón Enríquez	Modelo Logístico para predecir a tiempo la deserción escolar
Rosa Miriam Reséndiz Trejo y Josué Huerta Maldonado	Uso de las herramientas tecnológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje
Torres Aguilar Georgina Jaqueline y Rovelo Escoto Nubia Carolina	El paradigma Columbine: espacios subjetivantes, una mirada de prevención.
Fernanda Valeria Bustamante Silva	El hábito de descanso de los estudiantes universitarios y su efecto en el rendimiento académico
Ana Teresa Córdova González y Josué Huerta Maldonado	Relación de la inteligencia emocional en el rendimiento académico
Viridiana Guadalupe Ramírez Camacho y Josué Huerta Maldonado	Intereses laborales entre las generaciones Baby boomer y Z
María Citlali Martínez Hernández	Universitarios que trabajan y su rendimiento escolar con respecto a los que no trabajan
Rodrigo Rodríguez Ángel	Delincuencia juvenil
Karla Denice Hernández Palacios y Josué Huerta Maldonado	Factores de riesgo psicosocial y normas aplicables para prevenirlos.
Giovanna Gallegos Cervantes	Importancia del uso de redes sociales en adolescentes universitarios
Lucia Depalo Sandoval y Miriam Herrera Aguilar	Representación de pacientes jóvenes oncológicos en el filme Bajo la misma estrella
Ana Patricia Pérez Ramos	El consumo de sustancias psicoactivas en Jóvenes
Laura Jael Frías Silva y Josué Huerta Maldonado	Trastorno Alimentario en Adolescentes
Diana Paulina Aguilar Blancas y Josué Huerta Maldonado	Política para promoción de un entorno organizacional favorable

Martínes Domínguez Aliena Soledad, Kato Vidal Enrique Leonardo	Encuesta para la reorganización de servicios: El caso del Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias
Yael Rai Salas Angeles	Comunicación entre docentes - alumnos en el proceso de aprendizaje
Cecilia Flores Espino y Josué Huerta Maldonado	Actividades recreativas como factor en el clima laboral
Sergio Sixto Alamilla Rojas	La importancia de la gestión humana en la actualidad.
Natalia Getzemani Nuñez Cristóbal	Factores que influyen en la elección de una carrera universitaria
Contreras Jiménez Rocio y Josué Huerta Maldonado	Estrés académico en estudiantes universitarios: Análisis estudiantil UTEQ
Julio César Rangel Arvizu y Miriam Herrera-Aguilar	Uso de dispositivos digitales en niños de 9 a 12 años en San Luis de la Paz, Guanajuato
María Guadalupe Olvera Chávez y Josué Huerta Maldonado	Impacto de la Capacitación en la Productividad del departamento de mantenimiento de un hotel
Shani Maday González Gómez y Josué Huerta Maldonado	Factores que originan la rotación del personal en Kostal.
Lorena Guadalupe Olvera Reséndiz y Erick Daniel Cruz Mendoza	Televisión y estereotipos de género en la mujer cadereytense
Andrea Macías Pérez, Itzel Aracely González Rojo, María Elena Díaz Gutiérrez, Leslie Guadalupe Lázaro Evaristo, Krishna Alexis Hernández Olguín y María Teresa Trejo Guzmán	Estudio etnográfico y socioespacial en las intersecciones de la Av. 5 de Febrero.
Abraham Atilano Hurtado y Leonardo Senén Cabello Álvarez	Derechos humanos: análisis del acceso a la justicia en Pedro Escobedo
Carlos Alberto Canseco Ortiz	Beneficio del uso musical en el estudio y aprendizaje de los estudiantes de LGCH
María Fernanda Montes Ortiz	Como afecta la baja autoestima, a los estudiantes universitarios de la UTEQ
Jocelyn Gallegos Juárez y Josué Huerta Maldonado	La disciplina de actividad física en los estudiantes de LGCH
Joanna Saraí Ledezma Sánchez	Testeo animal en los cosméticos de belleza
Claudia Alicia Romero Díaz, Dolores Amira Dávalos Esparza y Mónica Alvarado Castellanos	Alfabetización inicial: Desafíos en la mediación constructivista

Maritza García-Cituc y Pamela Garbus	Salud Mental Adolescente: ApS y Alianzas Comunitarias
María de los Ángeles Zurita Muñoz y Josué Castro Puga	Participación de niños y niñas en el espacio público.
Rubén Josías Iñiguez Rivas y Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes	La participación política de las y los adolescentes a través de la asamblea escolar
Cristhian Elizabeth Fuentes Rodríguez y Magda Concepción Morales Barrera	PLEs mediadores en el aprendizaje de la competencia investigativa
Lizbeth Adriana De Santiago Reséndiz y Alina del Carmen Nettel Barrera	El SOFT LAW: una alternativa para la protección ambiental
Luz Graciela Vázquez Bautista y Guillermo González Hernández	Construcción de materiales educativos en Educación Integral en Sexualidades (EIS)
Emma Estefany Díaz Gil y Nubia Carolina Rovelo Escoto	Efectos de la maternidad en el psiquismo de las mujeres
Diana Olmedo Lepure y Luis Rodolfo Ibarra Rivas	Actitudes de rechazo estudiantiles en un T elebachillerato comunitario
José Juan Pichardo Trejo	Derechos Humanos y Supremacismos Ideológicos
Juana Isabel Flores Acosta y Luis Manuel Pérez Galván	Formación ciudadana con Aprendizaje Servicio en la UAQ: retos y posibilidades

Modelo Logístico para predecir a tiempo la deserción escolar.

Leonardo Jiménez-González*, Brandon Yahir Osorio-Zamudio, Dante Márquez-López, Selene Ramírez-Rosales, Jorge Luis Pérez-Ramos, Luis Antonio Díaz-Jiménez, Hugo Jiménez-Hernández, Daniel Cantón-Enríquez*

Laboratorio de Percepción Artificial, Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro, Juriquilla, Querétaro 76230, México.

*Correspondencia: ljimenez52@alumnos.uaq.mx; daniel.canton@uaq.mx

Resumen.

La deserción escolar representa un problema estructural que implica abandonar o pausar los estudios. Esto genera consecuencias, tal como, empleos de baja cualificación, mayores niveles de pobreza, menor esperanza de vida y pensiones más bajas. Por otro lado, la educación superior enfrenta las mayores tasas de abandono escolar, por lo que, es crucial identificar y abordar las causas que conllevan a la deserción escolar. En este trabajo, se desarrolló un modelo probabilístico con enfoque Logístico para predecir a tiempo la deserción escolar a nivel licenciatura en estudiantes adscritos a la Facultad de Informática. Para ello, se recolectan datos de la población objetivo mediante el levantamiento de una encuesta. Luego, se estiman los valores de los parámetros que permiten un mejor ajuste con respecto a los datos recabados. Por último, se evalúa el rendimiento del modelo propuesto usando las métricas de la matriz de confusión. Los resultados obtenidos identifican a los estudiantes que tienen pensado desertar académicamente. De tal manera, se pueden tomar acciones y/o medidas para contrarrestar tales situaciones. Por otro lado, nuestra propuesta obtiene un mejor rendimiento con respecto a los trabajos consultados en la revisión de la literatura.

Palabras clave: Aprendizaje automático, encuestas, estudiantes de licenciatura, regresión logística, toma de decisiones.

Abstract. School dropout represents a structural problem that implies abandoning or pausing studies. This generates consequences such as low-skilled jobs, higher levels of poverty, lower life expectancy and lower pensions. On the other hand, higher education faces the highest dropout rates, so it is crucial to identify and address the causes that lead to school dropout. In this work, a probabilistic model with a Logistic approach was developed to predict in time the school dropout at the undergraduate level in students assigned to the Faculty of Computer Science. For this purpose, data are collected from the target population by means of a survey. Then, the parameter values that allow a better adjustment with respect to the collected data are estimated. Finally, the performance of the proposed model is evaluated using the metrics of the confusion matrix. The results obtained identify students who plan to drop out academically. In such a way, actions and/or measures can be taken to counteract such situations. On the other hand, our proposal obtains a better performance with respect to the works consulted in the literature review.

Keywords: Machine Learning, Survey, Undergraduate Students, Logistic Regression, Decision Making.

Introducción

De acuerdo con la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ, 2023), se percata que a nivel licenciatura existe una deserción escolar persistente generación tras generación, de aproximadamente 35% en los recientes cursos. Además, a nivel nacional, la educación superior enfrenta una tasa de abandono escolar que supera el 8%, llegando al 5% en Querétaro (INEGI, 2022).

Estos datos destacan la importancia de abordar la deserción escolar, un fenómeno complejo que cuenta con múltiples factores de riesgo identificados (Castaño et al., 2006). Los motivos derivan desde condiciones socioeconómicas poco favorables hasta desafíos psicológicos y familiares, por ende, es crucial identificar estos factores a tiempo para prevenir la deserción y fomentar el éxito estudiantil.

No obstante, el avance en la recolección de datos ha permitido crear bases de datos a partir de fuentes primarias y secundarias, lo que permite el desarrollar herramientas que auxilien para predecir a tiempo la deserción escolar en estudiantes de distintos niveles educativos. Asimismo, el uso de técnicas de Aprendizaje Automático (AA) para la toma de decisiones en condiciones de alta incertidumbre se ha incrementado de forma significativa.

De acuerdo con Murphy (2021), el objetivo del AA es el diseño de metodologías de propósito general para la identificación de estructuras en los datos, aplicados a diferentes casos de estudio. Para ello, se desarrollan modelos y técnicas que están relacionados con el proceso que genera datos, de forma similar al conjunto de datos que se proporciona. Por último, el aprendizaje a partir de datos encuentra de forma automática estructuras en los datos mediante la estimación de los parámetros del modelo. De tal manera, que son tres los conceptos que generalizan al AA: (i) datos, (ii) modelos y/o técnicas y (iii) aprendizaje.

Por otro lado, el AA se puede dividir en tres categorías, que corresponden con el paradigma de aprendizaje. Primero, el aprendizaje supervisado o predictivo, donde el objetivo es aprender una correspondencia de las entradas x a las salidas y, dado un conjunto etiquetado de tuplas entradas-salidas $D = \{x_i, y_i\}_{i=1}^{N}$; donde D es el conjunto de entrenamiento y N es el número de ejemplos de entrenamiento. Segundo, el aprendizaje no supervisado o descriptivo, donde solo se tiene las entradas $D = \{x_i\}_{i=1}^{N}$ y el objetivo es identificar las estructuras interesantes en los datos. Dicho enfoque también es conocido como descubrimiento del conocimiento. Este tipo de aprendizaje es un problema complejo de resolver por carecer de una estructura definida, ya que no se cuenta con regla de búsqueda y no existe métrica de comparación a diferencia del aprendizaje supervisado. Por último, hay un tercer tipo de aprendizaje, conocido como aprendizaje por refuerzo, en el que un agente interactúa secuencialmente en un entorno inicialmente desconocido, pero en el que aprende cómo actuar o comportarse cuando se le dan señales ocasionales de recompensa o castigo.

Por otro lado, los algoritmos de AA se pueden dividir de acuerdo con el problema que se busca resolver. En la Figura 1, se muestran las principales tareas de aprendizaje supervisado y no supervisado dentro del AA, las cuales pueden variar de acuerdo con los distintos autores [Deisenroth y otros (2020); Murphy (2021)].



Figura 1. Tareas dentro del aprendizaje automático. Tomado de Cantón y otros (2023).

En la revisión de la literatura, se han encontrado trabajos que implementan algoritmos de aprendizaje automático para prevenir a tiempo la deserción escolar. Por ejemplo, Ahmed y Khan (2019), resaltan la utilidad de los algoritmos logísticos para predecir la deserción escolar en diversas universidades de

Bangladesh. Otro caso es el trabajo de Rodríguez et al. (2023) en Chile, donde, se propone una metodología para diseñar, desarrollar y evaluar algoritmos de aprendizaje automático para estimar el riesgo individual de cada estudiante.

Por otro lado, el trabajo de Selim y Rezk (2023), destaca por la creación de un clasificador logístico para anticipar el abandono escolar de estudiantes de los 10 a 29 años. El desafío principal fue el desequilibrio en el conjunto de datos, lo que afectó el desempeño de su clasificador.

Asimismo, Chung y Lee (2018) usaron un algoritmo de ensamble para predecir la deserción escolar en los niveles de educación secundaria y superior. Su enfoque incluyó una amplia base de datos de estudiantes de varias instituciones en Corea del Sur, lo cual resultó en un modelo matemático que predice la deserción con mayor cercanía a la realidad.

En un contexto similar, Pal (2012) empleó la minería de datos para identificar patrones y variables significativas asociadas con la deserción escolar. Para ello, utilizaron datos de estudiantes del Instituto Veer Bahadur Singh Purvanchal University en India. La investigación se centró en el uso de distintos algoritmos de aprendizaje automático, como los árboles de decisión.

En el presente trabajo, se desarrolla un modelo probabilístico con enfoque Logístico para predecir a tiempo la deserción escolar en estudiantes de nivel licenciatura de la Facultad de Informática. Para ello, se realizó el levantamiento de una encuesta dentro de la mencionada unidad académica. Luego, se segmentan los datos recabados en dos conjuntos: entrenamiento y pruebas. Finalmente, el modelo Logístico propuesto logra identificar a los estudiantes que están pensando en desertar de sus estudios.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En §2 se presentan los materiales y métodos utilizados para el desarrollo del modelo probabilístico con enfoque Logístico. En §3 se muestran los resultados obtenidos del aprendizaje y la evaluación del modelo. Así como la discusión de los resultados. Por último, las conclusiones y trabajos a futuro son presentados en §4.

Materiales y métodos

Descripción de los datos

El conjunto de datos utilizados fue recolectado a través de una encuesta, con la finalidad de analizar los factores que determinan el perfil de un estudiante en riesgo de desertar. La población objetivo se centró en estudiantes de nivel licenciatura adscritos a la Facultad de Informática de la UAQ.

El tipo de muestreo utilizado fue el aleatorio simple, asegurando la recopilación de distintos factores. Por ejemplo, planes de estudio, semestre, entre otros. Por otro lado, se obtuvo la autorización de los participantes para llevar a cabo la recolección de los datos. Además, se garantizó la confidencialidad y anonimato de los objetos de estudio.

El cuestionario se diseñó con un total de 32 preguntas, donde, se incluyen tanto preguntas cerradas como abiertas. Los criterios que se consideraron para la realización del cuestionario fueron la recolección de:

- Datos demográficos (sexo, edad, lugar de origen).
- Datos académicos (semestre, programa de estudios, promedio, horario vespertino o matutino).
- Datos socioeconómicos (cantidad de horas trabajadas por semana, capacidad económica mensual).
- Datos de transporte (tiempo transcurrido para llegar a la universidad).
- Factores de deserción (consideración de abandonar la carrera, experiencia previa de deserción).
- Apoyo institucional (satisfacción con el apoyo del tutor).

- Datos de salud (nivel de entusiasmo y energía).

Los datos recolectados fueron capturados mediante el uso de Formularios de Google, obteniéndose 162 mediciones como muestra. En la Tabla 1, se visualizan las 15 características del conjunto de datos capturado. Asimismo, se obtuvieron 72 estudiantes que han pensado en desertar de sus estudios en contraste a 90 estudiantes que no han pensado en desertar. Por otro lado, la distribución de cada una de las variables se muestra en la Figura 2.

Tabla 1. Variables del conjunto de datos recolectado. Elaboración propia.

Nombre	Tipo	Descripción
carrera	Discreta	Carrera que cursa el estudiante: ICAD = Ingeniería en Ciencia Analítica de Datos. IS = Ingeniería de Software. IC = Ingeniería en Computación. ITR = Ingeniería en Telecomunicaciones y Redes. LI = Licenciatura en Informática. LATI = Licenciatura en Administración de las T.I.
semestre	Discreta	Semestre que cursa el alumno.Van del 1 al 9.
edad	Continua	Edad en años
trabajoHr	Continua	Horas en promedio que trabaja el estudiante a la semana.
econoMen	Continua	Los ingresos mensuales en promedio del estudiante.
tempTrans	Continua	Tiempo promedio que al estudiante le toma transportarse de su casa a la escuela.
turnoFacu	Discreta	1 = Turno vespertino. 0 = Turno matutino.
promedio	Continua	Promedio del estudiante.
sexo	Discreta	1 = mujer 0 = hombre
ingreso	Discreta	1 = No cuenta con el apoyo de un ingreso económico externo. 0 = Cuenta con el apoyo de un ingreso económico externo.
dsrtarFacu	Discreta	1 = Ha pensado en desertar. 0 = No ha considerado el desertar.
esForaneo	Discreta	1 = El estudiante es foráneo. 0 = El estudiante no es foráneo.
desertadoAlgunNivel	Discreta	1 = Ha desertado o interrumpido sus estudios en el pasado. 0 = No ha desertado o interrumpido sus estudios en el pasado.
tutorApoyo	Discreta	1 = Cuenta con apoyo de su tutor. 0 = No cuenta con apoyo de su tutor.
sntirEnerg	Discreta	1 = Se siente con energía en el día. 0 = No se siente con energía en el día.

Fundamentación teórica

El modelo probabilístico con enfoque Logístico es un modelo sigmoidal que resuelve una tarea de clasificación, representado por un conjunto de datos que se define en la Ecuación 1.

$$D = \{\boldsymbol{x}_i, y_i\}_{i=1}^{N} \quad (1)$$

donde cada $\boldsymbol{x}$ representan n características, es decir, las variables independientes, y y_i el efecto de cada variable.

Por otro lado, existen distintos enfoques en el desarrollo de un modelo logístico: (1) tradicional: dos categorías, una característica; (2) múltiple: dos categorías, más de una característica; y (3) multinomial: más de dos categorías, más de una característica. No obstante, sin importar el enfoque, todos parten de la probabilidad de que se produzca un suceso haciendo que las probabilidades logarítmicas sean una combinación lineal de n características.

En consecuencia, para el enfoque tradicional, la forma de la función logística se describe en la Ecuación 2.

$$h(x) = \frac{1}{1+e^{-\frac{x-\mu}{s}}} \quad (2)$$

la cual se puede reescribir de la forma descrita en la Ecuación 3.

$$h(x) = \frac{1}{1+e^{-t}} \quad (3)$$

Dado que t es una combinación lineal de una única variable independiente x, en el caso en el que t sea una combinación lineal de múltiples variables independiente se puede tratar de forma similar. Expresándose como $t = B_0 + B_1 x$. Por lo tanto, la función logística para múltiples variables

independientes es de la forma descrita por la Ecuación 4.

$$h_\theta(x) = \frac{1}{1+e^{-\theta^T X_{train}}} \quad (4)$$

donde:

- $h_\theta(x)$ es la probabilidad estimada dado X y los parámetros en θ.
- θ es un vector de coeficientes de tamaño $n \times 1$.
- X_{train} es la matriz de características de entrenamiento de tamaño $m \times n$.

Proceso de aprendizaje

La medida habitual de la bondad de ajuste para un modelo logístico es la perdida logística (también conocida como perdida logarítmica). Para x_j y y_j, se escribe como $h_j = h(x_j)$. Las h_j son las probabilidades de que las correspondientes y_j sean uno y $1 - h_j$ son las probabilidades de que sean cero. Por lo tanto, se quieren encontrar los valores de $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_n$ que tengan el mejor ajuste a los datos, véase Ecuación 5.

$$logloss_k = \begin{cases} -\ln h_k\,, & si\ y_k = 1 \\ -\ln(1-h_k)\,, & si\ y_k = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Lo anterior, se relaciona con el concepto de entropía cruzada de la distribución estimada con respecto de la distribución teórica. No obstante, en lugar de minimizar la pérdida, se puede maximizar su inversa, siendo esta la log-likelihood (positiva), véase Ecuación 6.

$$J(\theta) = -\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y^i \log\left(h_\theta(x^i)\right) + (1 - y^i)\log(1 - h_\theta(x^i)) \quad (6)$$

donde:

- $J(\theta)$ es la función de costo que se quiere minimizar.
- m es el número de ejemplos en el conjunto de entrenamiento.
- x^i son las características del ejemplo i.
- y^i es la etiqueta del ejemplo i.
- $h_\theta(x^i)$ es la probabilidad estimada de que $y^i = 1$ dado θ y x^i.

De la Ecuación 6, se puede maximizar la función de verosimilitud, lo cual es la probabilidad de que el conjunto de datos dado sea producido por una función logística determinada, véase Ecuación 7.

$$L = \prod_{k:y_k=1} h_k \prod_{k:y_k=0}(1 - h_k) \quad (7)$$

El método de la Ecuación 7 es conocido como la estimación de la máxima verosimilitud. Por otro lado, para la actualización de los parámetros se puede utilizar el método de gradiente descendente, véase Ecuación 8.

$$\hat{\theta}_j = \theta_j - \alpha \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(h_\theta(x^i) - y^i\right)x_j^i \quad (8)$$

donde:

- θ_j es el j-ésimo parámetro (coeficiente).
- α es la tasa de aprendizaje que controla el tamaño de los pasos de actualización.

El objetivo es encontrar valores óptimos para los parámetros θ que minimicen la función de costo $J(\theta)$. Esto se hace típicamente algún algoritmo de optimización. Por último, el clasificador resultante se define en la Ecuación 9.

$$\hat{h}_\theta(x) = \frac{1}{1+e^{-\hat{\theta}^T X_{test}}} \quad (9)$$

donde $\hat{\theta}$ es el vector de coeficientes estimados de tamaño $n \times 1$, y X_{test} es la matriz de características de prueba de tamaño $m \times n$.

Proceso de evaluación

En la medición del rendimiento para la clasificación realizada por el modelo Logístico se tiene la matriz de confusión. Los elementos de la matriz de confusión son: (1) Verdaderos Positivos (VP), estudiantes que tienen pensado desertar y que la predicción fue

correcta; (2) Verdaderos Negativos (VN), estudiantes que no tienen pensado desertar y que la predicción fue correcta; (3) Falsos Negativos (FN), estudiantes que tienen pensado desertar y que la predicción fue errónea; y (4) Falsos Positivos (FP), estudiantes que no tienen pensado desertar y que la predicción fue errónea. La fórmula de exactitud está dada por la Ecuación 10.

$$Exactitud = \frac{VP+VN}{VP+VN+FN+FP} \quad (10)$$

La precisión es el valor positivo predicho definido por la Ecuación 11.

$$Precision = \frac{VP}{VP+FP} \quad (11)$$

La exhaustividad es la proporción de pacientes con enfermedades cardiacas, véase Ecuación 12.

$$Exhaustividad = \frac{PV}{PV+FN} \quad (12)$$

El valor F1, también conocido como *Score-F1*, es considerado un promedio armónico entre la precisión y la exhaustividad, véase Ecuación 13.

$$F1_{Score} = 2\left(\frac{Precisión \cdot Exhautividad}{Precisión+Exhautividad}\right) \quad (13)$$

Resultados y su discusión

Después de obtener la predicción del fenómeno a analizar, se evalúa el rendimiento del modelo Logístico desarrollado. En la Tabla 2, se observa el rendimiento del modelo probabilístico con enfoque Logístico con respecto a los trabajos consultados en la revisión de la literatura.

Tabla 2. Comparación del rendimiento en el modelo Logístico. Elaboración propia.

Distribución	Exactitud	Precisión	Exhaustividad	F1
Pal (2012)	85.7%	N/D	N/D	N/D
Ahmed y Khan (2019)	69%	69%	69%	69%
Selim y Rezk (2023)	78.2%	N/D	N/D	50.7%
Propuesta	**86%**	**90.3%**	**78.3%**	**83.9%**

Con base en los resultados obtenidos, se demuestra que nuestra propuesta presenta un mejor rendimiento con respecto a la revisión de la literatura. La principal contribución de este trabajo es la aplicación del modelo Logístico para predecir a tiempo la deserción escolar en estudiantes de la Facultad de Informática.

Conclusiones y trabajos a futuro

En este trabajo se desarrolló un modelo probabilístico con enfoque Logístico para predecir la deserción escolar a tiempo en estudiantes de nivel licenciatura adscritos a la Facultad de Informática de la UAQ. Esta propuesta tiene como hipótesis la función sigmoidal para modelar la probabilidad de que se produzca un suceso haciendo que las probabilidades logarítmicas del suceso sean una combinación lineal de múltiples variables independientes. Una ventaja del modelo probabilístico con enfoque Logístico es que trabaja tanto con variables discretas como continuas, a diferencia de otras técnicas de aprendizaje automático donde las variables deben ser o discretas o continuas.

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman esta hipótesis, al presentar un modelo que identifica aquellos estudiantes que están pensando en desertar de sus estudios. De tal manera, que se pueden implementar acciones y/o planes para evitar la deserción escolar en los estudiantes detectados.

A continuación, se describen los trabajos a futuro de la presente investigación: (1) levantar una nueva encuesta que añada nuevos criterios y que tenga una muestra más representativa de la población estudiantil objetivo; (2) realizar un análisis multivariable para identificar las características que más aportan en el caso de estudio; y (3) aplicar este modelo Logístico a cualquier otro problema de muestreo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Investigación e Innovación en Ciencias de la Computación y Tecnología Educativa (CIICCTE) de la Facultad de Informática de la UAQ por el espacio brindado para la realización de este trabajo.

Referencias

Ahmed, S. A., & Khan, S. I. (2019). A machine learning approach to Predict the Engineering Students at risk of dropout and factors behind: Bangladesh Perspective. 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)

Cantón, D., Pérez, J. L., Díaz, L. A., Ramírez, S., Herrera, A. M., & Jiménez, H. (2023). Modelo Bayesiano para el diagnóstico oportuno de enfermedades cardiacas. Memorias del 10° Encuentro de Jóvenes Investigadores, 1(48), 409-414

Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K., & Vásquez, J. (2006). Análisis de los factores asociados a la deserción y graduación estudiantil universitaria. Lecturas de Economía, (65), 9-35

Chung, J. Y., & Lee, S. (2019). Dropout early warning systems for high school students using machine learning. Children and Youth Services Review, 96, 346–353

Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., & Ong, C. S. (2020). Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press

INEGI. (2022). Tabulados Interactivos-Genéricos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 12 de septiembre de 2023, de https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=9171df60-8e9e-4417-932e-9b80593216ee

Murphy, K. P. (2021). Machine Learning: A Probabilistic Perspective. London, England: MIT Press

Pal, S. (2012). Mining educational data to reduce dropout rates of engineering students. International journal of information engineering and electronic business, 4(2), 1–7

Rodríguez, P., Villanueva, A., Dombrovskaia, L., & Valenzuela, J. P. (2023). A methodology to design, develop, and evaluate machine learning models for predicting dropout in school systems: the case of Chile. Education and Information Technologies, 28(8), 1–47

Selim, K. S., & Rezk, S. S. (2023). On predicting school dropouts in Egypt: A machine learning approach. Education and Information Technologies

UAQ (2023). Evolución de aspirantes, aceptados, egresados y titulados de nivel licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de https://planeacion.uaq.mx/uii/index.php/series-historicas/licenciatura

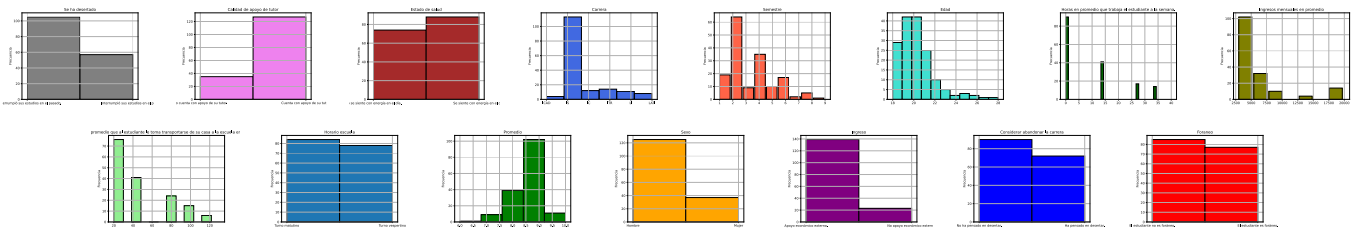


Figura 2. Distribuciones de probabilidad de las variables del conjunto de datos capturado. Elaboración propia.

Uso de las herramientas tecnológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje

Autora: Rosa Miriam Reséndiz Trejo
Asesor: Josué Huerta Maldonado

Resumen

Esta investigación fue realizada en el contexto de la nueva normalidad con la finalidad de conocer la influencia de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro. Y precisamente el objetivo fue identificar los usos que le dan los estudiantes a las herramientas tecnológicas, en específico los alumnos de primer cuatrimestre de la licenciatura de Gestión de Capital Humano generación 2023-2025. El método fue un estudio de caso. De la población total de 60 estudiantes de la licenciatura en cuestión, 30 fueron los que formaron la muestra de estudio. El instrumento utilizado fue una encuesta de 15 preguntas cerradas con escala tipo Likert y algunas abiertas. La investigación tiene un 75% de avance, se encuentra en la aplicación del instrumento de recolección de información al objeto de estudio. Las conclusiones que se han obtenido de acuerdo a la curaduría de datos realizado, es que las herramientas tecnológicas dentro de la educación están siendo un elemento fundamental que permite a los estudiantes a realizar de forma más fácil y rápidas sus tareas además de que impulsa el autoaprendizaje. Las conclusiones esperadas es encontrar en el indicador un nivel de usos de las herramientas tecnológicas alto en la utilización para el proceso de aprendizaje de los estudiantes.
Palabras clave: herramientas tecnológicas, enseñanza-aprendizaje, competencias digitales, tecnología, estudiantes.

Abstract

This research was carried out in the context of the new normal in order to understand the influence of technological tools on the teaching-learning process of students at the Universidad Tecnológica de Querétaro. And precisely the objective was to identify the uses that students give to technological tools, specifically the first semester students of the Human Capital Management Bachelor's Degree 2023-2025. The method was a case study. Of the total population of 60 undergraduate students in question, 30 were those who formed the study sample. The instrument used was a survey of 15 closed questions with Likert scale and some open. The research has a 75% progress, is in the application of the instrument of information collection to the object of study. The conclusions that have been obtained according to the curated data made, is that technological tools within education are being a fundamental element that allows students to perform their tasks easier and faster and that promotes self-learning. The expected conclusions is to find in the indicator a level of uses of technological tools high in the use for the learning process of students.
Keywords: technological tools, teaching-learning, digital skills, technology, students.

Introducción

Ante la llegada de una de las emergencias sanitarias más grandes a nivel internacional, la pandemia por el COVID-19, se han estado descubriendo los efectos que ésta causó en diversos ámbitos de la vida. Uno de ellos en la educación. Durante el tiempo que se anunció el confinamiento por la enfermedad, la población tuvo que permanecer en sus casas e idear formas para realizar sus actividades. Por parte de la economía surgió el e-commerce. Para que los estudiantes no se retrasaran con su programa educativo se crearon aulas de aprendizaje virtuales, intensificando la utilización de herramientas tecnológicas.

Grande, Cañon y Cantón (2016) citan la siguiente definición: las Tecnologías de la Información y la Comunicación mejor conocidas como las TIC´S o herramientas tecnológicas, son disciplinas científicas, de ingeniería y de técnicas de gestión utilizados en el manejo y procesamiento de información. Son medios digitales que sirven para la comunicación y tratamiento de la información

(hardware y software), derivados de los avances tecnológicos en la historia de la humanidad. Son herramientas tecnológicas que se utilizan para la comunicación e intercambio de información, logrando mejorar la conexión en la sociedad por su constante evolución y avance que principalmente es por intereses económicos. Aunado a lo anterior es un recurso para el área educativa.

En el constructivismo, el aprendizaje es adquirido de forma activa mediante la integración de las experiencias nuevas con las ya existentes. En el cual se afirma que el aprendizaje es subjetivo porque cada persona lo crea a partir de su vivencia. David Jonnasen reformador educativo plantea tres modalidades de aprendizaje, basados en esta teoría el cual es:

Aprender sobre la computadora, donde el objetivo es lograr una cultura y alfabetización informática; aprender desde la computadora, en este caso se caracteriza por una "enseñanza programada", es decir una instrucción autónoma como es el caso de enciclopedias; en el último caso comenta el aprender con la computadora, en donde la computadora se percibe como un recurso más en el proceso de aprendizaje, por lo tanto, será una herramienta de apoyo para los alumnos y para el profesor (Valdez, 2012).

La presente investigación se abordó dentro del área de estudio de la educación. El punto de partida fue conocer el uso y aprovechamiento de las herramientas tecnológicas como instrumentos de aprendizaje en los estudiantes pertenecientes a la Licenciatura de Gestión de Capital Humano (LGCH) de la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ). El objeto de estudio de la presente investigación son los estudiantes que están cursando la Licenciatura de Gestión de Capital Humano en el periodo 2023-2025, en la Universidad Tecnológica de Querétaro. El lugar específico donde se lleva a cabo está investigación es en la División Económica Administrativa de la UTEQ. Esta es la segunda universidad pública más grande del estado, ubicada en Av. Pie de la cuesta, cuenta con una matrícula de 6, 822 estudiantes (UTEQ, s.f., párr.3). Los estudiantes de esta licenciatura se identifican principalmente por trabajar medio tiempo y estudiar. Además de ello varios son foráneas con recursos limitados a sus gastos escolares y del hogar.

A lo largo del trabajo se destaca la relevancia de las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la educación después de haber presenciado una nueva normalidad provocada por la pandemia del COVID-19, el cual durante el auge y después de está emergencia sanitaria su uso favorecen la formación integral de los educandos para posteriormente la inserción de estos en el campo laboral. De tal manera que el objetivo general se diseñó de la siguiente forma; identificar el uso y aprovechamiento de las herramientas tecnológicas, en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes pertenecientes al primer cuatrimestre de la Licenciatura de Gestión de Capital Humano en el periodo septiembre-diciembre 2023 de la UTEQ. Para alcanzar este objetivo es necesario conocer el uso y aprovechamiento que le dan los estudiantes a las herramientas tecnológicas, identificar cuáles son las que más usan, comparar el tiempo que destinan a cada una de ellas y comparar las ventajas y desventajas del uso de las TIC´S.

Las hipótesis de la presente investigación es el uso y aprovechamiento de las herramientas tecnológicas en los estudiantes pertenecientes a la Licenciatura de Gestión de Capital Humano en el ámbito educativo es para el proceso de enseñanza-aprendizaje, las herramientas tecnológicas más utilizadas por ellos son los blogs, SciELO y redalyc.org, las redes sociales son la herramienta que más tiempo utilizan los estudiantes pertenecientes a la LGCH para el proceso de enseñanza-aprendizaje y la utilización de las herramientas tecnológicas les permite la adquisición de competencias digitales, habilidades blandas y duras, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Teniendo como resultado la siguiente premisa, los estudiantes pertenecientes a la Licenciatura de Gestión de Capital Humano tienen conocimientos en el uso de las herramientas tecnológicas para diversos fines.

Esta investigación beneficiará principalmente a los estudiantes de dicha licenciatura. Al contar con un total de 60 educandos, la muestra tomada fue de 30 estudiantes del primer cuatrimestre de la LGCH. La

investigación se lleva a cabo en un lapso de tres meses que comprende de septiembre a noviembre de 2023. Los datos obtenidos son indicadores que permitirán medir el impacto de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y un antecedente para una mayor incorporación de las TIC como herramienta en el sistema educativo, en las nuevas normalidades que se dan por las transformaciones a partir de la globalización.

En la actualidad, el mundo ha tenido diversas transformaciones sociales por el nacimiento de la globalización. Esto permitió tener nuevos avances científicos y tecnológicos, que está cambiando formas de vida, costumbres, tradiciones y varias cosas en los diversos ámbitos de la vida. Un ejemplo claro de las alteraciones se percibe dentro de la educación. Anteriormente, la educación tradicional se basaba en tres elementos principales: estudiante, docente y aulas.

Ahora con la rápida presencia de las tecnologías en el siglo XXI y con el paso de una de las emergencias sanitarias a nivel internacional, la pandemia por el COVID-19, los docentes se vieron obligados a buscar maneras para poder llegar hasta sus estudiantes. Lo cual fue necesario introducir la tecnología dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Aunque el mundo haya regresado a sus rutinas normales, después de no presenciar brotes de COVID-19, la tecnología dentro de la educación no pudo retroceder debido a que ya había abarcado un gran campo dentro de este ámbito. La educación a distancia propició que los estudiantes tuvieran que empezar a utilizar los aparatos digitales como los celulares, tabletas y laptops, de la mano con las herramientas tecnológicas o programas informáticos para la realización de tareas.

Hacer estudios referentes al uso de las herramientas tecnológicas permite hacer un análisis de cómo es la conducta y educación de los educandos debido a que puede ser que estas sean un distractor en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La utilización constante de estas herramientas tecnológicas puede provocar dependencia. Si se comprende el comportamiento de los estudiantes en el proceso educativo se podrán crear estrategias y actividades que permitan aumentar el trabajo colaborativo y desarrollar varias habilidades y competencias digitales. Es por ello que se pretende identificar el uso que le dan los estudiantes universitarios de la Licenciatura de Capital Humano, en cuanto a las herramientas tecnológicas y su acelerada evolución.

Al realizar esta investigación se pretende realizar análisis, comparación, reflexión sobre temas que involucren el uso de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de los resultados u datos obtenidos ser una referente base para próximos proyectos enfocados en crear métodos, patrones, guías, actividades pedagógicas y didácticas que sean útiles para la construcción del conocimiento y realización de tareas dentro del proceso de enseñanza aprendizaje.

El mundo está en constante cambio. Por ello, es necesario estar innovando constantemente varios procesos, ser versátiles ante las transformaciones en cualquier ámbito de la vida, ya sea económica, social o educativo. Este último, es una de los que últimamente está teniendo muchos cambios, por las secuelas que dejo el COVID-19 y la constante evolución de las tecnologías.

La investigación llamada “Herramientas digitales más eficaces en el proceso de enseñanza aprendizaje”, tuvo como objetivo conocer e interpretar las herramientas digitales más eficaces en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Basando en una teoría conectivista y constructivista, en el que el conocimiento se adquiere a partir de experiencias. La técnica utilizada fue una entrevista semiestructurada a nueve expertos en el estado de la cuestión con el fin de darle valides al estudio. Las preguntas diseñadas quedaron divididas por subcategorías: tipos de herramientas digitales; que propician a través de la enseñanza; aprendizaje individual, colaborativo y cooperativo. Los profesionales expertos en el tema, expresaron que para poder lograr un aprendizaje individual es importante considerar el uso de algunas de las siguientes herramientas, Quizizz, WhatsApp, YouTube, Buscador de Google, Páginas web, Blog, entre otros. Por otro lado, para obtener un aprendizaje colaborativo Padlet, Jamboar, Mentimeter, Canva, Google Drive, Office 365, etc. Por último, para un aprendizaje cooperativo Zoom, Google Meet, Google

Drive, WhatsApp, Tiktok, entre otros (Caballero et al, 2022).

Al día de hoy existen herramientas digitales eficientes para la aplicación de metodologías activas adecuadas para un aprendizaje conectivista y constructivista. Esta tesis fue una guía para elaborar preguntas en la técnica de recolección de datos enfocadas a conocer que herramientas les ayuda a los estudiantes a aprender de forma más fácil e individual, cual les ayuda para un aprendizaje colaborativo y cooperativo.

Por otra parte, la tesis titulada "El Uso de las Redes Sociales en la Educación", describe el uso de las redes sociales como herramienta de apoyo para el aprendizaje desde el punto de vista de los estudiantes de una Unidad Educativa Fiscal de la parroquia urbana Tarqui, en la ciudad de Guayaquil, durante el periodo 2019-2020. Es una investigación de tipo descriptiva, busca describir el uso que se le da a las redes sociales en el proceso de aprendizaje. Para la obtención información, la autora utiliza un cuestionario de 22 ítems. El cual está dividido en secciones: Sección A- Frecuencia de uso (12 ítems); Sección B- Actividades académicas (1 ítem); Sección C – Opiniones sobre el uso de las redes sociales como herramienta pedagógica (5 ítems) y la Sección D: Características Socio Demográficas de los participantes (4 ítems). Las respuestas de los ítems permiten afirmar que la mayor parte de la población estudiantil usa sus redes sociales para informarse sobre asuntos académicos; la mayoría concuerda en que facilita la obtención de información y la realización de tareas; gestionar, permite al docente organizar grupos, trabajos en línea, tareas; también sirve para informar, enviar mensajes y anuncios referentes al proceso educativo (Piedrahita, 2020).

Con los resultados de esta investigación se confirma, entonces, que las herramientas tecnológicas, en este caso, las redes sociales, sirven de apoyo para que el estudiante vaya construyendo su propio conocimiento. Lo que rescato de esta tesis es su cuestionario dividido en secciones, lo cual me permitió cuestionarme sobre como las redes sociales son un apoyo en el proceso de aprendizaje y elaborar una encuesta con preguntas más específicas enfocadas en responder a lo que deseo conocer, como lo es el uso y aprovechamiento que se le da a las herramientas tecnológicas, identificar las que más utilizan, comparar el tiempo que destinan a cada una de ella, las ventajas y desventajas que conlleva su utilización

El artículo titulado "Las herramientas tecnológicas: ventajas y desventajas en la educación virtual a causa del COVID-19", tuvo como objetivo determinar las ventajas y desventajas relacionadas con la utilización de las herramientas tecnológicas en la educación virtual a causa del COVID-19, bajo la percepción de docentes colombianos y venezolanos. El análisis de los datos arrojó que la mayor ventaja de utilizar herramientas tecnológicas es el acceso a clases dinámicas, a investigar cualquier tipo de información y recursos para llegar a cualquier estilo de aprendizaje. La desventaja radica en el poco acceso a los recursos, plataformas, aplicaciones, etc., debido a la baja conectividad existente en diversas escuelas y en los hogares. Las herramientas tecnológicas son vistas como oportunidades para mejorar el aprendizaje, debido a que se considera que complementan los procesos educativos desde el indagar saberes previos, desarrollar temáticas de forma más lúdica, buscar información fácilmente y evaluar a los estudiantes por diferentes métodos. Los profesores comentaron que estas herramientas, al convertirse en una necesidad u obligación para algunos casos, abrieron el horizonte al avance pedagógico, al reaprender, recrear nuevos recursos y, sobre todo, a generar competencias digitales y el trabajo autónomo por las dos partes del proceso de enseñanza-aprendizaje (Barrios, Vargas y Delgado, 2021).

La investigación desarrollada afirma que las herramientas tecnológicas brindan diversas oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, no todo es perfecto debido a que tiene sus discrepancias al momento de su utilización, por no contar con un alto grado de conectividad y los recursos tecnológicos adecuados para que los procesos educativos lleguen a todos los estudiantes. Está investigación, me permitió elaborar preguntas enfocadas a obtener información sobre los beneficios o desventajas del uso de las herramientas tecnológicas.

Las competencias digitales son los saberes, habilidades, actitudes y destrezas que se necesitan para utilizar los dispositivos digitales y las TIC´S. Por lo cual en la actualidad es indispensable, debido a que es un requerimiento obligatorio en la mayoría de los trabajos dentro del campo laboral.

En una investigación titulado "Competencias digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del docente y estudiante", tuvo como objetivo analizar la situación actual respecto al conocimiento, uso y formación en competencias digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante y docente del Área Común de la Facultad de Ciencias Económicas De la Universidad de San Carlos. Para la obtención de la información se realizó una encuesta, el cuestionario se estructuró con 15 preguntas. Los resultados mostraron que existe mayor conocimiento de las TIC en los estudiantes con un 59%, que en los docentes con un 53%. Se refleja poco uso y aplicación de las TIC en el diseño de actividades virtuales con un 47%. Con relación a las herramientas 2.0, como redes sociales (Facebook, WhatsApp, YouTube, Blog para el proceso de enseñanza-aprendizaje) con un 82%. Se muestra poca actualización y formación tecnológica en los estudiantes en comparación con los docentes.

La educación superior requiere del desarrollo de competencias digitales durante la formación de profesionales para alcanzar un mejor desempeño y alta competitividad, en el ámbito personal, laboral y profesional, por ello es necesario que las escuelas hagan frente a los nuevos escenarios de aprendizaje e integre las herramientas tecnológicas con mayor frecuencia en la planeación pedagógica de sus procesos. El cuestionario que se utilizó sirvió de base para incluir algunas preguntas a la técnica de recolección de datos de la investigación en proceso, referentes a las competencias digitales que los estudiantes desarrollan con el uso de las tecnologías.

Posterior a la pandemia por el COVID-19. Se sigue utilizando la Tecnología en el ámbito educativo, creando temas de conversación y debate para incluirlos dentro del sistema educativo.

Cedeño y Murillo (2019), dicen:

> Es necesario que el sistema educativo sea considerado como un todo que permita no solo el uso de nuevas herramientas, sino también la producción de aprendizaje y la generación de esquemas de organización que deben ser analizados y comprendidos por sí mismos para valorar sus efectos (p. 146).

Las nuevas herramientas tecnológicas son de gran utilidad, permite encontrar grandes cantidades de información facilitando las actividades de estudiantes, sin embargo, se debe usar de manera adecuada y consientes. Utilizarla para crear estrategias educativas y familiares que permita incluirla con normalidad a las diversas actividades que realizamos en nuestra vida cotidiana, desde hacer un trabajo escolar hasta utilizarlo para comunicarnos con nuestros familiares.

Para ello es necesario guías de aprendizaje en donde:

> "se combinen recursos metacognitivos y tecnológicos con preguntas que promuevan la reflexión y el análisis de los estudiantes en la búsqueda, reconocimiento, selección e interpretación de información científica académica, mediante actividades que contribuyan a su aprendizaje y a su desarrollo" (Senra & López, 2023, p.179).

Los educadores necesitan crear actividades en las que exista una combinación de recursos cognitivos y tecnológicos que permita al estudiante trabajar su mente, analizando, comparando, resumiendo, seleccionando la información que vaya encontrando que le parezca útil, para ser autónomo en su proceso de aprendizaje.

Las herramientas pedagógicas son los medios, recursos y procedimientos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Provocando una alta calidad en los temas que se están impartiendo. Son una herramienta de ayuda que permite que el estudiante pueda comprender de forma más fácil y rápido los temas desarrollados (Valderrama, 2011). En la actualidad, en los centros educativos utilizan como herramientas pedagógicas los dispositivos digitales en conjunto con diversas aplicaciones para facilitar y optimizar la calidad de aprendizaje de los estudiantes, además de ayudarles a desarrollar varias competencias.

Las habilidades digitales son un conjunto de saberes (Saber hacer y saber sobre el hacer) sobre el uso de las herramientas de comunicación, que va

desde el acceso hasta la interpretación y producción de la información (para la Educación, C. D. T., 2014).

Las competencias digitales son las habilidades que se van desarrollando por el uso de las TIC´S, ya que permite buscar, analizar, tener incertidumbres, seleccionar la información confiable, logrando así poder tomar decisiones propias, generar un juicio crítico y propio conocimiento para el ámbito educativo y laboral.

"La educación debe desarrollar estrategias de integración de nuevos métodos ligados a las nuevas tecnologías, de modo que las generaciones actuales y futuras adquieran competencias digitales que puedan desarrollar en su vida laboral" (Flores & Sanchez, 2021, p. 33).

Por ello como lo mencionan varios autores, es necesario que dentro de los modelos educativos se integren herramientas tecnológicas pedagógicas que permitan al educando desarrollar sus habilidades, destrezas, para posteriormente ejercerlas dentro del campo laboral, con ello lograr obtener un mejor posicionamiento dentro de una organización al contar con habilidades que aumente la productividad y la eficiencia de su trabajo.

Para desarrollar la presente investigación, fue necesario buscar teorías, documentos y autores que sirvan de guía, orienten y sustenten al tema a investigar. El uso y aprovechamiento de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre los autores destacados se encuentra John Dewey y Henry Giroux, con valiosas aportaciones.

Henry Girous, es un pensador estadounidense famoso por sus aportaciones en la educación. En uno de sus libros llamado "La inocencia robada. Juventud, multinacionales y política cultural", muestra una posición crítica que nos hace reflexionar sobre lo que la cultura empresarial está imponiendo en nuestra forma de vida, cultura, valores, etc. Este libro habla sobre tres creencias, que están vinculados al campo de la educación. Sin embargo, la más impactante que considero resaltar es la siguiente:

> La enseñanza y el aprendizaje ya no responden a un programa de mejoramiento de la vida de todos. El aislamiento de la escuela, continuamente rebasada por lo que sucede afuera, corre paralelo a las exigencias actuales y la saturación de actividades que están detrás de la carrera profesional –profesionalismo de superficie– y la desvinculación de la vida cívica de los educadores, abrumados y desviados de su compromiso de origen (Giroux, 2003).

Esta tercera creencia es lo que se empezó a vivir a finales del siglo XX, debido a que el mundo está centrado en imponer una cultura de consumismo en niños y jóvenes, estos son tomados como un factor potencial que impulsa a las industrias a obtener beneficios económicos, dejando a un lado las necesidades que tienen, como lo es la educación, la salud, la alimentación, etc. Por lo cual, en mi investigación es necesario plantear cuestionamientos para conocer la perspectiva de la sociedad en cuanto a la introducción de tecnología en la educación.

Por otro lado, se tiene a John Dewey un filosofó, que realizó muchas aportaciones en varias ramas de la educación. Es considerado uno de los filósofos más influyentes en el siglo XX, un activista político en Estados Unidos. "El eje central de la teoría de conocimiento deweyana es la afirmación de que el conocimiento está signado por la interacción de organismo con el entorno" (Sandrone, s.f.). El pensador Dewey dice que la adquisición de conocimientos es mediante la interacción del individuo con el medio que lo rodea y se crea a partir de experiencias.

En cuanto a la tecnología en la cotidianidad, Dewey en su libro titulado "Lo que creo (What I Believ e)", define a la tecnología como un "conjunto de técnicas inteligentes" (Sandrone, s.f.). Técnicas inteligentes que el hombre utiliza para crear, diseñar e innovar herramientas que satisfagan sus necesidades humanas y les facilite sus actividades. Dentro de esta facilitación, en la parte educativa sería para que las tareas y actividades del educando sean más fácil de realizar con las herramientas que la tecnología pone a disposición de la humanidad.

> Entre las bondades del uso de las TIC en la educación destacan no sólo las herramientas que pueden utilizarse, pues también influyen en los tres saberes que maneja el nuevo modelo constructivista de la educación: saber ser, saber saber y saber hacer; ya que favorecen una mayor autonomía

en la calidad del conocimiento adquirido por los estudiantes a través del desarrollo de trabajos colaborativos que con la ayuda y mediación del asesor mejoren la capacidad de pensamiento de los alumnos permitiéndoles realizar análisis y reflexiones críticas (Islas, 2012).

Las TIC trae varios beneficios entre ellas está las herramientas tecnológicas y su relevancia en los tres tipos de conocimiento que aborda el nuevo modelo. Este modelo está presente dentro del contexto donde se encuentra el objeto de estudio, en la Universidad Tecnológica de Querétaro. En el cual se tiene como modelo educativo el constructivista con el fin de crear alumnos con las competencias anteriores. Permitiendo crear estudiantes más autónomos, conscientes de su propio aprendizaje, trabajar en equipo y contribuir en su personalidad integral profesional.

La teoría constructivista está más actualizada en la utilización de la tecnología para un mejor aprendizaje en el proceso de enseñanza. David Jonnasen plantea maneras de aprendizaje con el uso de la computadora, con la cual el educando obtiene un vocabulario informático y aprende a utilizar las herramientas digitales provocando una mayor autonomía en su proceso de aprendizaje. Se espera que el educando pueda resolver problemas, realizar tareas a partir de lo explicado en clase y de las herramientas utilizados por el facilitador. Para ello el docente necesita crear, diseñar actividades que incentive y motive al alumno a resolver problemas por si solos y a explorar, con la utilización de herramientas tecnológicas. El papel de profesor dentro de esta teoría es solo guía y facilitador.

Metodología

El método de investigación utilizado es un estudio de caso. El estudio de caso es una modalidad investigativa utilizada desde finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, usado principalmente en los campos de psicología, educación, salud. Actualmente con mucho auge en la economía y administración.

Su objetivo es estudiar a profundidad una unidad de análisis especifica tomada de un universo poblacional. Está unidad de análisis puede ser una persona, una institución, empresa o grupo, que interactúa en un contexto especifico con características propias. Como método de investigación, el estudio de caso involucra aspectos descriptivos y explicativos referente al objeto de estudio. En este tipo de investigación, la recolección de la información se hace directamente con las personas que forman parte del caso (Bernal, 2010, p. 116).

En un estudio de caso las técnicas más utilizadas son las entrevistas estructuradas, los cuestionarios, los diarios, las autobiografías, etc. En esta investigación, las técnicas que se emplearán para la recolección de la información será una encuesta. La cual es una técnica de recolección de información. Esta se basa en un conjunto de preguntas creadas con la intención de obtener información relevante acerca de un tema de interés.

Bernal (2010), lo define como “un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios, con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto de investigación. Se trata de un plan formal para recabar información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación” (p. 250).

La población de estudio se trata de 60 personas, con una edad comprendida entre 19 años y 32 años pertenecientes al primer cuatrimestre de la licenciatura de Gestión de Capital Humano.

La encuesta está constituida por 15 preguntas a escala de tipo Likert para medir los usos que les dan los universitarios a las herramientas tecnológicas en ciertos aspectos y algunas abiertas con el fin de generar riqueza en el discurso de las unidades de análisis. En cuanto a la escala tipo Likert se utilizó debido a que permite obtener de forma más fácil la información teniendo en cuenta el tiempo para desarrollar la investigación, además con esta escala se puede eliminar el sesgo y tener mayor precisión en los resultados que se obtengan.

La escalade tipo Likert “es un método de investigación psicométrica que ayuda a evaluar las conductas, creencias, valores e ideales de una persona o una población mediante categorías cerradas” (Hammond, 2023). Con esta escala podemos medir el grado de uso, satisfacción de acuerdo a un tema.

Además, de que con esta escala se puede obtener información clara, concisa y fácil de interpretar.

La técnica de recolección de información será aplicada a una muestra de 30 estudiantes del total de población de estudio que son 60 estudiantes, está selección fue tomada por conveniencia. El cual será aplicada en línea a través de la plataforma de Google Forms. Está aplicación es una de las herramientas de Google Workspace que permite realizar encuestas, registrar asistencias, realizar exámenes, entre otros.

Resultados

Por el momento, la investigación se encuentra en proceso. Se tiene un 75% de avance. El instrumento de recolección de datos se está siendo aplicado a la muestra tomada. Los resultados esperados al terminar de aplicar la encuesta, es encontrar en el indicador un nivel de uso de las herramientas tecnológicas alto en la utilización para el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Además, de ellos obtener una respuesta participativa de la muestra en referencia a la contestación de la encuesta.

Discusión y Conclusiones

Las conclusiones que se han obtenido de acuerdo a la curaduría de datos realizado, es que las herramientas tecnológicas dentro de la educación están siendo un elemento fundamental que permite a los estudiantes a realizar de forma más fácil y rápidas sus tareas además de que impulsa el autoaprendizaje. También se encontró necesario propiciar en la humanidad una toma de conciencia en el uso que se le da a las herramientas tecnológicas.

Las herramientas tecnológicas que se han estado incorporando a la sociedad son muy sofisticadas, lo cual requiere de muchas habilidades como el análisis, comprensión, tratamiento de la información e interpretación con el objetivo de elegir la información verdaderamente útil que sirva al educando construir su propio conocimiento. Introducir las herramientas dentro de la educación vuelve más complejo el proceso de aprendizaje por la cantidad de información que existe.

Kishore Singh experto de la Organización de las Naciones Unidas:

> Advirtió que, si bien la tecnología digital en la educación brinda importantes beneficios, si su uso no es adecuado, puede afectar el derecho a la educación y consideró que las políticas públicas en muchos países no marchan a la par de los rápidos avances de las TIC (Noticas ONU, 2016).

Cada día la tecnología se va actualizando, se van creando o innovando herramientas tecnológicas que permite acceder fácilmente a información. Sin embargo, es necesario hacer conciencia del uso que le damos ya que un mal uso podría afectar el derecho a la educación, esto debido a que las normas en cuanto al control del uso de las tecnologías no van a la velocidad de los avances tecnológicos.

Referencias bibliográficas

Alvarado, H. (2020). Competencias digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del docente y estudiante. Revista Guatemalteca de Educación Superior, 3(2), 12-23.DOI: https://doi.org/10.46954/revistages.v3i2.28

Barrios, L., Vargas, J., & Delgado, M. (2021). Las herramientas tecnológicas: ventajas y desventajas en la educación virtual a causa del COVID-19. Código Científico Revista De Investigación, 2(2), 44–55. http://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/25

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Tercera edición. PEARSON EDUCACIÓN.

Caballero, J., Zúñiga, L., Zapata, C., Cruz, J., & Ruiz, K. (2022). Herramientas digitales más eficaces en el proceso enseñanza-aprendizaje. Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6(23), 669-678.

Cedeño, E. & Murillo, J. (2019). Entornos virtuales de aprendizaje y su rol innovador en el proceso de enseñanza. *Rehuso*, 4(1), 138-148. https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i1.2156

Flores, M., Ortega, M. & Sánchez, M. (2021). Las nuevas tecnologías como estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje en la era digital. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del*

Profesorado, 24(1), 29-42. https://doi.org/10.6018/reifop.406051

Grande, M., Cañón, R., & Cantón, I. (2016). Tecnologías de la información y la comunicación: evolución del concepto y características. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (6), 218-230.

Valdez, F. (2012). Teorías educativas y su relación con las tecnologías de la información y de la comunicación. https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/88d9d6779a5aab4815e05f82a90a4c7d.pdf

Hammond, M. (2023). Escala de Likert: qué es y cómo utilizarla (incluye ejemplos). HubSpot. https://blog.hubspot.es/service/escala-likert#:~:text=La%20escala%20de%20Likert%20mide,consistente%20en%20todas%20las%20preguntas)

Islas, O. (2012). Fundamentos de Tecnología Educativa. America Learning Media. http://www.americalearningmedia.com/edicion-010/122-white-papers/849-fundamentos-de-tecnologia-educativa#:~:text=Las%20principales%20corrientes%20de%20la,sociocultural%20y%20el%20aprendizaje%20situado

Noticias ONU. (2016). Experto de la ONU advierte sobre el uso apropiado de la tecnología digital en la educación.https://news.un.org/es/story/2016/06/1359211#:~:text=Advirti%C3%B3%20que%20si%20bien%20la,r%C3%A1pidos%20avances%20de%20las%20TIC.

para la Educación, C. D. T. (2014). Matriz de habilidades digitales. *México: Coordinación del Programa h@ bitat puma-DGTIC-UNAM.* Matriz de habilidades digitales - DITE (unam.mx)

Piedrahita, W. (2020). El Uso de las Redes Sociales en la Educación. [Tesis Maestría en Educación, Universidad Casa Grande]. Repositorio institucional de Universidad Casa Grande. http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/2421/1/Tesis2593%20PIEu.pdf

Sandrone, D. (s.f.). Dewey, Hickman y la naturalización de la tecnología: aportes a partir de la concepción naturalizada de la experiencia.

Senra, N., & López, M. (2023). Sistematización de teorías y tecnologías psicopedagógicas de metacognición en el proceso de enseñanza-aprendizaje: claves para la práctica. *Ciencia y Sociedad*, 48(2), 65–82. https://doi.org/10.22206/cys.2023.v48i2.pp65-82

UTEQ. (s.f.). Presenta Rector de la UTEQ planes y proyectos de 2018 ante medios de comunicación. http://www.uteq.edu.mx/Noticias/Noticia.aspx?gINotr=218#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20detall%C3%B3%20que%20la%20UTEQ,y%2059%20de%20Ingenier%C3%ADa%20T%C3%A9cnica.

Valderrama, M. G. (2011). influencia de las herramientas pedagogicas en el proceso de enseñanza del inglés.

El paradigma Columbine: espacios subjetivantes, una mirada de prevención.

Torres Aguilar Georgina Jaqueline, Universidad Autónoma de Querétaro,
georginatoorres@gmail.com
asesora: Dra. Rovelo Escoto Nubia Carolina, Universidad Autonoma de Queretaro.
nubia.rovelo@uaq.mx

Resumen.
El 20 de abril de 1999, tuvo lugar uno de los acontecimientos más trascendentales en la historia de los tiroteos escolares en Estados Unidos, dos jóvenes Erik Harris y Dylan Klebold, se armaron con bombas caseras, armas de fuego, armas blancas, entre otros artefactos. Ambos ingresaron al instituto Columbine en Denver, Colorado, iniciando con uno de los tiroteos escolares más controversiales de la historia, terminando con la vida de trece personas e hiriendo a otras veinticuatro. Proponemos un análisis del caso, poniendo un especial énfasis en las víctimas del tiroteo y lo que estas representaban para los dos homicidas, comparando las tipologías de víctimas planteadas desde la criminología y desde el psicoanálisis, se discutirá si Columbine constituye un caso paradigmático en los tiroteos escolares y posibilita plantear un enfoque preventivo para otros contextos educativos.

Palabras clave: Columbine, víctimas, psicoanálisis, criminología, tiroteo escolar.

Summary.
On April 20, 1999, one of the most significant events in the history of school shootings in the United States took place, two young mens, Eric Harris and Dylan Klebold, armed with homemade bombs, firearms, bladed weapons, and other devices. Entered Columbine High School in Denver, Colorado, initiated one of the most controversial school shootings in history, ending the lives of thirteen people and injuring another twenty-four. We propose an analysis of the case, with a particular emphasis on the victims of the shooting and what they represented to the two perpetrators, comparing the victim typologies presented in criminology and psychoanalysis, and discuss whether Columbine constitutes a paradigmatic case in school shootings, potentially allowing for a preventive approach in other educational contexts.

Keyword: Columbine, victims, psychoanalysis, criminology, school shooting.

Introducción.
Los tiroteos escolares o *school shootings* se han presentado como una de las principales problemáticas a nivel mundial, siendo Estados Unidos el país donde estos casos se presentan con una mayor frecuencia, Columbine es considerado por muchxs[1], uno de los precedentes en esta temática, pues se han escrito en torno a este suceso, diversidad de investigaciones, desde diferentes enfoques. En el ámbito criminológico, estos acontecimientos se pueden encontrar en las clasificaciones propuestas por el *Crime Classification Manual* (2006), en la tipología de asesinatos en masa o *mass murder*, que a su vez se catalogan como aquellos crímenes que ocurren en espacios de enseñanza, caracterizado por tener un número igual o mayor a dos víctimas en un mismo lugar y periodo de tiempo.

Si bien cada caso de tiroteo escolar mantiene sus particularidades, las víctimas parecieran ser un punto en común, desde la criminología Vicente Garrido Genovéz (2019) describe tres tipologías de víctimas: específicas, simbólicas e indiscriminadas. Mientras que en psicoanálisis, que también se ha interesado por los casos de homicidio, como fue el paradigmático caso Aimee, analizado por Lacan; en este ámbito, se han planteado cuatro tipo de víctimas, para Tendlarz y García (2012) estas se clasifican en: víctima-objeto, víctima representación imaginaria, víctima simbolización y *kakon*. Podemos notar que parecen existir puntos de convergencia en los casos de tiroteos escolares,

[1] Utilizaremos un lenguaje inclusivo en esta investigación, sustituyendo por una x para englobar a los pronombres que den cuenta de la diversidad de personas como ellas, ellos y/o elles, cuando sea necesario.

el cuestionamiento es: ¿Que representan las víctimas para los asesinos? Con esto en mente podemos adentrarnos en estos casos, ahora desde un enfoque preventivo en el contexto mexicano.

Metodología.

Por medio de la literatura escrita en torno al caso Columbine, se realizará un análisis cualitativo del fenómeno del tiroteo escolar, con la intención de realizar una perfilación de los tiradores, un análisis en torno a las víctimas y las posibles razones por las cuales ahora los espacios educativos se han tornado en ambientes hostiles, donde esté tipo de fenómenos son cada vez más frecuentes y así poder plantear posibles estrategias de prevención en espacios de enseñanza.

Asesinatos múltiples.

Los casos de asesinatos, son una de las temáticas, que por su impacto social han generado un gran interés de análisis desde diferentes disciplinas. La criminología otorga una clasificación y tipología de estos casos, según la definición del *Crime Classification Manual* (2006) lo correcto en general es utilizar el término asesino(s) múltiple(s) que es el término que agrupa a los subtipos de asesinx(s) ya sean: *serial killer* (asesinx(s) seriales), *mass murder* (asesinxs en masa) y *spree killers* (asesinx(s) frenético / intermitente / erráticx / relámpago).

Entre estos subtipos se distinguen por dos criterios básicos, el lugar y el tiempo; lxs asesinx(s) seriales son aquellx(s) que matan a dos o tres víctimas de forma consecutiva con un periodo de “reflexión emocional” (Negulescu, 2017) o de "enfriamiento" (Ressler, 1992) entre víctimas, entendiendo como "periodo de reflexión" o de “enfriamiento” a aquel que transcurre en donde lx(s) asesinx(s) disfrutan los actos cometidos, puede presentarse euforia y placer y en revivir los homicidios. Cuando la euforia baja o aparece la excitación por cometer un nuevo crimen y se comienza a planear (como ejemplos destacan: Ted Bundy, John Wayne Gacy, Jeffrey Damer, entre otros). Los *spree killers* o lxs asesinx(s) relámpago, se presentan como aquellas personas que matan a dos o más víctimas, en un periodo de tiempo consecutivo en dos o más lugares, el tiempo que transcurre entre un homicidio y otro no se debe al "periodo de enfriamiento" como en los asesinos seriales, si no, al tiempo que tardan en encontrar a otra víctima (por ejemplo el caso de Campo Elias Delgado, autor de la Masacre de Pozzetto, 1986).

Por último el asesino en masa se caracteriza por ser aquel que termina con la vida de cuatro o más víctimas en un mismo momento tanto temporal como el lugar, en este caso no existe tal periodo de “enfriamiento” (Ej. caso Andreas Lubitz, 2015 o el caso de el tirador de las Vegas 2017). En esta categoría se encuentra además el subtipo de los tiroteos escolares o *school shooting*, que son masacres por armas de fuego que en palabras de Roversi (2011) ocurren en establecimientos de enseñanza. (casos como el tiroteo en la escuela secundaria Thurston, 1998, la masacre de Virginia Tech, 2007, el tiroteo en el colegio Cervantes, 2020, entre otros.)

En ocasiones puede mezclarse el asesinato en masa con el asesinato relampago o *spree killer*. Es en la tipología de asesinatos en masa y más específicamente entre aquellos que ocurren en espacios de enseñanza donde el caso Columbine encaja, es así que, por medio del análisis de la literatura escrita respecto al caso se abrirá la discusión de verlo como un caso paradigmático en relación a las víctimas.

Columbine, 1999.

Los tiroteos escolares o *school shootings* han sido un problema recurrente, en la sociedad, no solo en las escuelas de Estados Unidos, aunque es este país donde más se han registrado estos acontecimientos, tan sólo en el periodo de agosto 1966 a marzo 2018 se registraron 65 casos de tiroteos en ambientes de enseñanza perpetrados por estudiantes (Zuñiga, 2019).

Uno de los casos de tiroteo escolar más célebres y en el cual nos centraremos en esta ocasión es aquel ocurrido en la mañana del 20 de abril de 1999 en Littleton, Colorado, Estados Unidos. Aquí tuvo lugar una de las masacres escolares, más controversiales de la época, dos jóvenes,

Dylan Bennet Klebold de 17 años y Erick David Harris de 18, estudiantes del último año del instituto Columbine, armados con explosivos, cuchillos, armas de fuego, bombas de propano, bombas de tubería, entre otros artefactos. Ellos ingresaron al instituto a las 11:08 del martes 20, el tiroteo duró aproximadamente una hora, iniciando por la colocación de bombas que ambos homicidas fabricaron de forma casera y que ocultaban en sus domicilios, algo que quedó registrado en videograbaciones llamadas "cintas del sótano". Estos artefactos con temporizadores se colocaron en puntos estratégicos con la intención de que detonaran en el momento en el que más estudiantes se encontraban circulando como la cafetería del instituto y los estacionamientos, donde los vehículos de los homicidas estaban equipados como bombas con la intención de que una vez iniciado el tiroteo, las bombas detonaron con posterioridad para así poder distraer a los servicios de emergencia y les fuese más difícil desplazarse al instituto. Comenzaron con un recorrido por las instalaciones donde a medida que encontraban estudiantes les disparaban, así terminaron con la vida de 12 estudiantes entre ellxs: Rachel Scott, Daniel Rohrbough, Kyle Velasquez, Steven Curnow, Cassie Bernal, Isaiah Scholes, John Tomlin, Matthew Kechter, Lauren Townsend, Daniel Mauser y Corey DePooter estudiantes y un docente William Sanders, e hirieron a otras 24 personas, teniendo así, en términos criminológicos un total de 37 víctimas.

Este tiroteo escolar llama la atención de muchxs por lo mediático que fue, y porque a diferencia de otros ocurridos durante esta década, en este caso se pudieron encontrar manifiestos o diarios escritos por ambos homicidas donde describen a detalle el cómo se sentían, cómo era el ambiente en el instituto, sus pensares y sentires que quedaron plasmados en las páginas de sus diarios. También describieron cada aspecto de la planificación del tiroteo, se referían éste con las siglas de NBK, (siglas de la película Natural Born Killers, 1994) film del que ambos homicidas tenían particular interés porque relataba la historia de una pareja erótico amorosa de asesinos que viajan por todo EE. UU. cometiendo diferentes crímenes. En este caso, al involucrar a dos personas como los autores del tiroteo, me parece pertinente el análisis de la historia de cada uno de ellos de forma individual.

Erick David Harris.

Eric, por diversos motivos a lo largo de su vida se vio en la necesidad de mudarse de casa en diversas ocasiones por el trabajo de su padre como piloto militar, asistiendo por ello a diferentes escuelas. En los últimos años de su vida fue un estudiante del instituto Columbine donde experimentó un profundo malestar y displacer durante varios años, ocasionado por las constantes burlas, humillaciones y exclusiones por parte de los demás estudiantes del instituto. Llegó a expresar en su diario: "Haga lo que haga la gente se burla de mi, y algunas veces en mi cara directamente. Me vengaré muy pronto. ¡Esos cabrones no deberían haberse reído tanto de mí" (Harris, 1998:noviembre 17). En varias de las páginas de su diario se notan ciertos signos de aislamiento social, rechazo hacia las normas, hacia los valores sociales, y un resentimiento hacia la institución escolar y a sus compañerxs.

Además, de haber expresado pensamientos autodestructivos y sentimientos de ira intensa "Odio el jodido mundo, demasiados malditos cabrones en él." (Harris, 1998:abril 10). Hubo una serie de factores de riesgo que pudieron ser los detonantes entre los que destacan: la victimización por parte de sus compañeros, la percepción de no encajar en ningún grupo social y la falta de apoyo tanto en un contexto escolar como familiar. Estos factores lo llevaron a un estado de ira y deseos de venganza. Por medio de sus escritos, tanto en su diario como en su página web, Eric reveló pensamientos violentos y la fantasía de llevar a cabo un acto de violencia en su escuela como una forma de venganza contra quienes lo habían marginado, desplazado y humillado "No olvido a la gente que me hizo daño como ****[2]. Él nunca tendrá posibilidad de leer esto porque habrá muerto a mis manos antes de que esto sea descubierto" (Harris; 1998:abril 21).

[2] Todos los nombres mencionados en los diarios fueron censurados para la protección de lxs involucradxs.

El resentimiento que se expresa es una muestra de la ira reprimida que Eric sentía, en otra cita de 12 de noviembre 1998 podemos leer "Todos se burlan de mi por mi aspecto, por lo jodidamente débil que soy y demás mierda, [...], me vengaré de todos vosotros, la jodida venganza definitiva". Estas constantes burlas, exclusiones y humillaciones se presentan como las causas directas que llevaron a ambos homicidas a la planificación del tiroteo como una escape a estas situaciones, al llevarlo a acabo, sabían que sería todo, que no habría ningún futuro para ellos.

Además de todo lo descrito aquí, parece importante mencionar que Eric estaba medicado con Zoloft que le fue recetado por su médico, este fármaco es utilizado para el tratamiento de trastornos depresivos mayores. El 23 de octubre de 1998, Eric escribe lo que pensaban al momento de planear el tiroteo: "...tengo la meta de destruir tanto como sea posible [...] quiero matar a todo el mundo, excepto a unas 5 personas [...] no me voy a ir sin luchar" (Harris, 1998).

Ira, venganza, resentimiento, odio, son los principales discursos plasmados en las páginas del diario de Eric, un deseo de venganza y destrucción dirigido tanto a lxs demás como a sí mismo, podrían ser parte de los detonantes para que tanto él como Klebold decidirán llevar a cabo el tiroteo escolar, en las últimas palabras que podemos encontrar en su diario menciona: "Os odio por excluirme de tantas cosas divertidas. Y no, no digáis "bueno, es tu culpa" porque no lo es, tenéis mi número de teléfono, y yo os preguntaba y todo, pero no. No, no, no dejéis que Eric, ese NIÑO con pintas raras nos acompañe." (diario de Harris, 1998:abril 3)".

Dylan Bennet Klebold.

A diferencia de Eric, Dylan no era muy consistente en su diario, varias fechas son aproximaciones a las fechas reales, además, en algunos fragmentos de su escritura, llega a ser ilegible lo que dificulta la comprensión.

Dylan, al igual que Eric, era estudiante del último año del instituto Columbine, experimentó a lo largo de sus años de estudio sentimientos de alienación, a la par de esto, a través de su diario, da cuenta de su descontento con la sociedad y mostró signos de una depresión grave, llegando a las autolesiones, consumiéndose en una ideación suicida y en un constante displacer y sufrimiento como se puede apreciar: "Mi existencia es una mierda para mi [...] pensar en el suicidio me da la esperanza de que estaré en mi lugar donde quiera que vaya despues de esta vida" (Klebold, 1997:marzo 31).

Dylan también experimentó una serie de factores estresantes en su vida, incluyendo la percepción de no encajar en ningún grupo social, conflictos familiares, y un sentido de desesperanza y falta de propósito en su futuro, pues expresó: "No tengo ambiciones en la vida" (Klebold. 1997:abril 15). Estos factores, se pueden pensar como una contribución a su profundo malestar emocional.

Dylan, en los escritos de su diario, reveló pensamientos autodestructivos, llegar a sentirse inferior a los demás, al no considerarse una persona capaz, además de que expresó su deseo de causar daño a los demás, mostró una gran frustración relacionada con no percibirse como alguien "inteligente", pues a causa de esto sus compañerxs llegaron a burlarse de él, escribió: "Los estúpidos [...] piensan que soy infantil [...] por que no se resolver" (Klebold, 1997), refiriéndose a una ecuación matemática que se le dificultó, pero también presentó signos de conflicto interno y remordimiento. Parecía estar atrapado en una lucha entre sus deseos autodestructivos y su conciencia moral.

En el caso de Dylan se presentó una mayor falta de visión por un futuro, una posición en su mayoría melancólica ante las situaciones que vivía día a día, la búsqueda de respuestas a preguntas sobre sí mismo y sobre su existencia, preguntas a las cuales no lograba encontrar la respuesta abrumaron a Dylan, incluso llegó a escribir poesía al respecto. La soledad, el desamor, la depresión, la falta de perspectivas futuras y la ideación suicida son en este caso los principales discursos presentes en el diario de Dylan.

También se vislumbra en su escritura un ambiente

hostil, una ira contenida, un anhelo por amor y aceptación, una profunda depresión, sentimientos de alienación, de aislamiento, concluyendo todos estos sentires con un deseo de venganza contra el instituto y los que allí coincidieron, pero, aparece aquí una gran pregunta, ¿por qué se realizó este tiroteo en el instituto? es decir ¿Qué les representaban sus objetivos/víctimas a Eric y Dylan?

Las víctimas desde la criminología.

Garrido (2019), uno de los mayores exponentes en el campo de la criminología y el acto criminal, describe que en los casos de asesinatos múltiples es posible encontrarnos con cuatro tipologías de víctimas, las cuales dependiendo de la motivación de los asesinos ya sea; venganza, ira, poder, lealtad y/o terror, (es posible que una o más de estas motivaciones aparezcan en un mismo individuo y acción criminal,) ocasiona que la relación entre asesinos y víctimas sea muy diversa.
Entre las cuatro tipologías de análisis de las víctimas encontramos:

- *Víctimas desconocidas o indiscriminadas:* aparecen como aquellas víctimas que no mantenían ningún tipo de relación con lxs homicidas, siendo una cuestión aparentemente azarosa, encontrándose en el momento y lugar equivocados.
- *Víctimas específicas:* son aquellas víctimas que son un objetivo claro para lxs asesinxs, ya sea por una motivación de venganza, donde se culpa a las víctimas por determinados efectos que hayan tenido en la vida de lxs homicidxs. (un posible ejemplo sería Patrick Noriega el asesino de Pioz)
- *Víctimas simbólicas:* son víctimas que como su nombre lo indica, de manera simbólica le representan algo a lxs asesinxs, ya sea por determinadas circunstancias, vivencias, o relaciones
- *Víctimas específicas más simbólicas:* es posible que en algunos casos de asesinatos se lleguen a combinar víctimas específicas con víctimas simbólicas “el asesino quiere matar a algunas personas en particular, pero incluye a otras [...] que simbólicamente, están asociadas con la víctima específica” (Genovés, 2019: 60)

En el caso Columbine, es posible apreciar cómo, las víctimas parecían apuntar a la clasificación de víctimas específicas más simbólicas, pues, a pesar de que en sus diarios se hizo mención de algunas personas sobre las cuales recaía su ira, al momento de llevar a acabo el tiroteo en Columbine, todxs aquellos que circulaban por ahí en ese entonces también representaban al instituto y por consiguiente a la causa de su malestar.

El psicoanálisis de las víctimas.

Desde el psicoanálisis, Tendlarz y García (2014) a partir del análisis del caso Aimee que Lacan trató directamente y estudió en su tesis para definirlo como un crimen autopunitivo; distinguen cuatro tipos de víctimas incidentes gracias a que el psicoanálisis “[...] intenta descomponer la subjetividad del criminal sin perder por ello sus particularidades” (Tendlaz y Garcia, 2019: 3), que son:

- *víctima objeto:* la víctima encarna un objeto que representa a otro.
- *víctima representación imaginaria:* ocurre un desplazamiento metonímico imaginario, la víctima se presenta como una representación de un otro
- *Víctima simbolización:* en este nivel de análisis la víctima se presenta como la simbolización de su ideal exteriorizado, se presenta en el otro el propio deseo.
- *kakon (mal interior):* un cuarto nivel de análisis que Lacan concibe a partir del caso Aimee, quien a través de su acto intentó matar al propio mal interior, y es a través del acto que se libera el goce invasor.

Además de esto es importante tomar en cuenta el contexto social y escolar en el cual estaban inmersos.

Los espacios de enseñanza como espacios de subjetivación.

Silvia Bleichmar, da cuenta de cómo los centros educativos no sé dirigen únicamente a la tarea de la transmisión del conocimiento, sino que, estos se presentan además como los principales espacios de subjetivación e interacción entre los sujetos. Lopez (2012) subraya que las escuelas se presentan como un pilar en la humanización de los sujetos. Bleichmar (2008) hace la puntualización de que en los últimos años nos hemos insensibilizado ante los actos de violencia, pues han incrementado en la sociedad a consecuencia de procesos de des-subjetivación, debidos a la ignorancia ante las problemáticas de lxs estudiantes, la impunidad, pues persiste la omisión y la pasividad ante los abusos y humillaciones y porque no se genera ninguna clase de represalia al respecto. También plantea la relación entre la justicia y la venganza, al no existir la primera se orilla a los sujetos a hacerse cargo, a vengarse, incrementando así la violencia y el resentimiento. Estos procesos de desubjetivación y de impunidad generaron en Dylan y Eric el resentimiento contra sus compañerxs y la institución.

Así, la violencia se presenta como: "[un] producto de dos cosas: por un lado, del resentimiento por las promesas incumplidas, y por el otro, la falta de perspectiva de futuro" (Bleichmar, 2008: 35). En el caso Columbine pueden apreciarse con claridad estos indicadores mencionados por Bleichmar, el primer punto, las promesas incumplidas, pues las instituciones educativas son más que un simple espacio de transmisión de conocimiento, contribuyen a la formación de la subjetividad de los personas, esto ocurre por medio de las relaciones y la interacción con el otro (el semejante), pero ¿qué ocurre cuando un individuo vive exclusión, burlas, sentimiento de alienación? Esto se presenta como una contradicción de la función que debería tener.

La falta de perspectivas de futuro, también se ven presentes en los pensamiento de ambos homicidas, se planea el tiroteo como un fin último, para ellos no habrá un más allá, porque: "[...] si los jóvenes no visualizan el futuro, no anhelan un futuro, viven en la inmediatez" (Lopez, 2012). Incluso antes del acto no tenían motivación para seguir adelante, no tenían consideradas cuestiones como la elección de universidad, para ellos no era más que una decisión trivial y sin importancia, no tenía caso seguir viviendo en un contexto que únicamente les generaba sufrimiento.

Al respecto, Bleichmar plantea a la construcción de legalidades que tengan que ver con la ética universal y la derrota de la impunidad como aspectos que pueden brindar garantías de un contrato intersubjetivo, además de proponer el acompañar desde formas de simbolizar el malestar, pues, la falta de respuesta ante las necesidades del otro son formas de violencia silenciosa. En Columbine, era conocida por todxs la jerarquización social que ubicaba a cada unx en lugar particular, de acuerdo con Brown (2002), quien fue compañero de Eric y Dylan, narró el ambiente escolar, y cómo estas formas de violencia son comunes, tanto que parece ser que lxs mismxs estudiantes y personal del instituto estaban insensibilizadxs al respecto, al ignorar esta violencia se constituyó una de las formas más des-subjetivantes. No hubo oportunidad de que la construcción de legalidades pasara por "[...] la posibilidad de construir respeto y reconocimiento hacia el otro y por la forma en cómo se define el universo del semejante" (Bleichmar, 2008: 38).

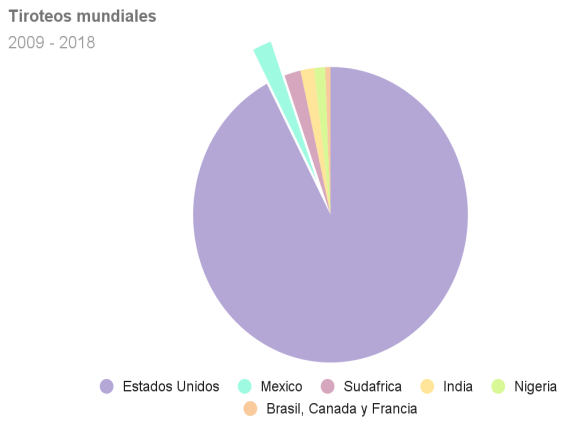
Este abordaje para pensar los espacios educativos y el contexto social, a través de la construcción de nuevas legalidades desde la humanidad, abren la brecha para la formación de subjetividades y generan un nuevo panorama para evitar que eventos tan trágicos como el de Columbine se sigan repitiendo.

Justificación.

La masacre de Columbine tuvo un impacto duradero en la sociedad estadounidense, pues desencadenó debates sobre la seguridad escolar, la regulación de armas de fuego y la salud mental de lxs jóvenes. La tragedia sirvió como un recordatorio contundente de que la violencia extrema puede tener raíces psicológicas profundas y que la prevención y la intervención son esenciales para evitar futuros episodios. Considerar a Columbine como un caso paradigmático en relación a las víctimas nos puede brindar un panorama más amplio para el estudio de los diversos tiroteos escolares ocurridos en distintos

momentos históricos, pues estos acontecimientos han aumentado en su incidencia.

Según la base de datos "K-12 School Shooting Database" durante el 2023 se han registrado 245 incidentes de tiroteos en escuelas, con un total de 185 víctimas mortales. Si bien Estados Unidos es el país en donde mayor incidencia hay de estos acontecimientos, México se posiciona hoy como el segundo lugar con más tiroteos escolares efectuados, con un registro de 7 tiroteos escolares desde 2009 hasta 2018 (gráfica 1) a los que se les sumó el ocurrido en 2020. En dos de los casos de tiroteos escolares más célebres en México, que son; en primer lugar, el Colegio Americano del Noroeste, de enero de 2017 en Monterrey, Nuevo León, donde un estudiante, identificado como Federico N. de 16 años, disparó contra su profesora y compañerxs, para después terminar con su vida.
El segundo caso, es el del Colegio Cervantes en Torreón Coahuila (2020) el menor identificado como José Ángel, de 11 años, disparó contra su dos profesores y posteriormente contra sus compañerxs, finalmente quitándose la vida, las investigaciones hechas al respecto no muestran gran claridad al respecto y únicamente se limitan a la búsqueda de culpables.



Resultados.

Analizando con detenimiento el caso Columbine y las tipologías de víctimas aportadas tanto por el psicoanálisis como por la criminología, podemos encontrar que en el caso de Columbine las víctimas apuntan principalmente a las tipologías de: víctimas simbólicas desde la criminología y desde el psicoanálisis se pueden considerar como víctimas por simbolización. Ambos casos apuntan a que las víctimas son representaciones de un malestar que en Eric y Dylan tenían un gran efecto, pues representaban la causa de su ira al encarnar aquellos significantes que causaban su constante sufrimiento. Podemos observar como la impunidad y la ineptitud presente en la institución, además de otros factores de riesgo sociales como la facilidad de acceder a armas de fuego se presentan como facilitadores para que el malestar de ambos estudiantes sentían terminará manifestándose en la puesta en acto a través de un tiroteo escolar. Estos factores de riesgo se repiten en otros casos de tiroteos escolares, además de la presencia de un gran resentimiento social debido al violento ambiente escolar, es posible plantear a Columbine como un caso paradigmático porque brinda la oportunidad de repensar los tiroteos escolares desde una óptica que no busque patologizar los actos de aquellxs que ejecutan los tiroteos, etiquetándolos como actos irracionales, causados por problemas psicológicos y minimizando el problema como un hecho aislado y subjetivo. Llegando al extremo de culpabilizar y satanizar películas y videojuegos de contenido violento, que fue la conclusión a las que llegaron los medios de comunicación en los casos ocurridos en México, como una forma de deslindar responsabilidades a las escuelas, a las familias y a las comunidades, para hacerlos ver como hechos aislados.

Discusión.

Las investigaciones realizadas en torno al caso Columbine enmarcan la importancia contextual y los factores que propiciaron que este fenómeno se presentará, Ardila, Olmos y Toca (2016) analizan los factores socioeconómicos y psicológicos que se consideran pudieron incidir en la realización del tiroteo, el rol de la escuela en la incidencia del bullying y su papel en afrontar estos actos de violencia entre estudiantes. Ravelo y Dominguez (2004) realizan un análisis a partir del documental de Michael Moore (2002) se destacan puntos como; la facilidad para acceder a armas de fuego, incluso siendo menores, siendo una de las principales críticas del documental a la sociedad norteamericana y la industria armamentista, además, a partir de entrevistas realizadas a ex-estudiantes del instituto se destaca el ambiente

hostil que sigue persistiendo. El enfoque que se presenta como análisis en estos estudios, se centra en aspectos sociales y contextuales, si bien proporcionan niveles de análisis políticos y sociales relevantes, no se enfoca en la prevención, que consideramos, es fundamental debido al aumento de casos ya no solo en EE. UU. sino como una problemática mundial.

Conclusión.

El analizar a Columbine como un caso paradigmático en relación al papel de las víctimas frente a los agresores, nos permite analizar un panorama diferente en torno a la violencia que se presenta en los espacios educativos. Las víctimas representan la simbolización de un malestar presente en el contexto educativo donde los continuos actos de marginación y acoso escolar derivan en la des-subjetivación de ciertos estudiantes, abonando a los factores de riesgo ya presentes, y fungiendo como detonantes para que estos actos de violencia extrema se presenten.

La omisión de docentes y de las autoridades educativas ante la violencia y la impunidad frente a estos procesos des-subjetivantes se presentan como un grave factor de riesgo en los casos de tiroteos escolares.

La propuesta de Bleichmar (2008) de la creación de nuevas legalidades proporciona una nueva brecha para la formación de subjetividades y así evitar que estos actos de violencia sigan ocurriendo, estas legalidades, pueden brindar herramientas para la garantía de contratos intersubjetivos construyendo un respeto hacia el otro y reconociendolx. Sin embargo, esto no debe limitarse únicamente a las instituciones educativas, la sociedad en general debe formar parte de la re-sensibilización frente a los actos de violencia y a la indignación ante la impunidad debe estar presente en cada espacio de desarrollo intersubjetivo.

Un enfoque preventivo, debe ir más allá de una puesta de límites antes estos actos de violencia, pues los protocolos implementados en México como "operación mochila" (revisión de todas las mochilas a la entrada de las escuelas), no son efectivos para evitar que estos actos sucedan.

Se requiere de inicio sensibilizar tanto al personal de la institución educativa, ya sean: docentes, autoridades escolares, familiares de estudiantes, entre otrxs. Esto implica poner un mayor grado de atención y límites a los procesos des-subjetivantes en los que pueden incurrir algunos estudiantes para atacar a otrxs como la discriminacion o el maltrato, evitando ser cómplices de la violencia escolar.

El énfasis debe estar en el fortalecimiento de los lazos sociales y redes de apoyo tanto escolares como familiares. Por eso es importante concientizar a lxs estudiantes, docentes, autoridades escolares y educativas que al cometer actos de: acoso, segregación, burlas o discriminacion, causan serios daños psicológicos y emocionales a las personas que son receptoras de estas violencias. Además, se debe ofrecer apoyo psicológico y psicopedagógico integral, que sea profesional y especializado en infancias y/o adolescencias en entornos escolares, a aquellxs estudiantes que presentan dificultades para integrarse y relacionarse con sus pares, o que presenten problemas de conducta o actitudinales.

Referencias:

Alcaraz, Albertos, J. F (2014). *Manual del asesinato en serie: aspectos criminologicos.* Uno editorial

Ardila Reyes, J. A., Olmos Posada, F. C. y Toca Gonzalez, P, M. (2016). *Análisis documental sobre la literatura en torno al caso Columbine High School (2002-2012): factores socioeconómicos y psicológicos que incidieron en las conductas violentas de los autores de la masacre en 1999*. Universidad de la gran Colombia.

Brown, B., & Merrit, R. (2002). *No easy answers: the truth behind death at Columbine*. Lantern Books.

Bleichmar S. (2008). Violencia Social - Violencia escolar.

Database, K. S. S. (s. f.). *K-12 school shooting database*. K-12 School Shooting Database. https://k12ssdb.org/

David, A. (1976). *La mente asesina*. Fondo de cultura económica.

David, H. (2004). *Hora cero, la masacre de Columbine*. History Channel, BBC, Discovery Channel. https://www.youtube.com/watch?v=ZCR74sbTQSo&t=2842s

Jiménez, S. (2014). *Asesinos en serie: definición, tipologías y estudio sobre esta temática*. Gaceta informativa de ciencias forenses, 10.

Klebold, S. (2016). *A mother's reckoning: Living in the aftermath of tragedy*. Crown Publishing Group.

López López, G. (2012). *Análisis de la obra de Silvia Bleichmar: Violencia social-violencia escolar. De la puesta de límites a la construcción de legalidades*. Perfiles educativos, 34(138), 19-28.

Moore, M. (2002). *Bowling for Columbine*. Documental, cine independiente. https://www.youtube.com/watch?v=VmKZBGzbYdc7

Negulescu, D. (2017). *Las diferentes tipologías de asesinos en masa: análisis de casos*. Universidad Jaume. https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/170724/?sequence=1

Olivia, H. A., Prieto Quezada, M. T., & Carrillo Navarro, J. C. (2018). *Entre escuelas y balas: una aproximación a los Mass Shooting (tiroteos masivos) realidad y reflexión*, 48, 33–52. https://doi.org/10.5377/ryr.v48i0.7067

Revelo Blancas, P., & Dominguez Ruvalcaba, H. (2002). *Columbine o la cultura de las armas*. Desacatos, 14, 249–254.

Ressler, R. K. (1998). *Dentro del monstruo*. Alba.

Ressler, R. K., & Shauchtman, T. (1992). *Asesinos en serie.* NoTanMalo.

Roversi Garcia, S. P. (2011). *Sin piedad, asesinos en masa*. Grupo Editorial HS.

Sue, K. (2017). *My son was a Columbine Shooter. This is my history.* https://www.youtube.com/watch?v=BXlnrFpCu0c&t=1s

Tendlarz, S. E., & García, C. D. (2009). *Psicoanálisis y criminología ¿A quién mata el asesino?* Gramma Ediciones.

Todo sobre Heric Harris y Dylan Klebold. (2018). Instituto Columbine. https://institutocolumbine.blogspot.com/

Zúñiga, G. M. (2019). *El hacer saber de los motivos de los estudiantes que han tomado las armas en la escuela. Elementos para pensar la violencia escolar extrema. Diálogos sobre educación.* Temas actuales en investigación educativa, 10(19).

El hábito de descanso de los estudiantes universitarios y su efecto en el rendimiento académico

RESUMEN

La problemática o cusa que se presenta en la universidad tecnológica de Querétaro (UTEQ), son los hábitos de descanso de los estudiantes universitarios y su efecto en el rendimiento académico de la licenciatura en gestión en área capital humano de primer cuatrimestre. Los alumnos de primer cuatrimestre son mas propensos a tener irregularidades en sus hábitos de sueño, ocasionando que el desempeño de los alumnos sea perjudicados, reflejados en sus calificaciones, concentración y memorización. Por lo cual se realizará una investigación en donde se utilizará el método bibliográfico, con la finalidad de desarrollar una recolecta de información mediante la técnica curaduría (referencias). Cuya finalidad radica en dar respuesta a la hipótesis planteada esta nos dice que Es probable que el rendimiento académico de los estudiantes dependa un 50% de sus hábitos de descanso y el otro 50% por la falta de administración del tiempo. En la investigación se espera relacionar que los malos hábitos de descanso es la causa y efecto que ocasiona el mal desempeño de los estudiantes universitarios de primer cuatrimestre, de la misma manera se espera conocer los principales factores externos al descanso que de la misma manera afecta el rendimiento académico de los aprendices universitarios. En la presente investigación se espera desarrollar de manera efectiva los métodos y las técnicas para la obtención de resultados.

Palabras clave: habito, descanso, rendimiento, calidad, sueño.

ABSTRACT

The problem that is presented universidad tecnológica de Querétaro (UTEQ), are the rest habits of the university students and its effect on the academic performance of the bachelor's degree in human capital management of the first quarter. First-quarter students are more likely to have irregularities in their sleep habits, causing the performance of the students to be impaired, reflected in their grades, concentration and memorization. For this reason, an investigation will be carried out in which the bibliographic method will be used, in order to develop a collection of information through the curating technique (references). Whose purpose is to respond to the hypothesis raised this tells us that It is likely that the academic performance of the students depends on 50% of their rest habits and the other 50% due to the lack of time administration. In the research it is expected to relate that the bad habits of rest is the cause and effect that causes the poor performance of the university students of first quarter, in the same way is expected to know the main factors external to the rest that in the same way affects the academic performance

Keywords: habit, rest, performance, quality, sleep.

INTRODUCCION

En algunas investigaciones se conoce de diferente manera el sueño y sus hábitos, algunos de ellos mencionan que el sueño es un proceso fisiológico, caracterizado, de acuerdo con los mismos autores, por: ser reversible, distinto del estupor o el coma; y ser un tiempo de descanso que produce una disminución de la conciencia, inmovilidad y relajación muscular. La falta de sueño también causa problemas con el control de los estados de ánimo negativos, provoca euforia excesiva y se genera cierta inhibición para controlar arrebatos emocionales, además de otros problemas con la memoria visual y auditiva Álvarez, S. et al (2020, pag. 19 y 20).

La higiene o hábitos de sueño son prácticas, conjunto de comportamientos y recomendaciones ambientales, que nacen de la necesidad de promover y mantener un sueño nocturno y una vigilia diurna estables, es decir, prácticas para alcanzar un sueño saludable que

favorezca a una mejor calidad de vida. Se centra en el estudio del efecto que ejercen determinados factores ambientales y factores relacionas con la salud sobre la calidad de sueño Müller, K. (2022, pag. 11).

Manifestando que los estudiantes de primer año de universidad mantienen un rendimiento académico máx|s alto a comparación de los estudiantes de alto nivel, siendo el motivo que los estudiantes de primer año mantienen una mejor calidad de sueño (Acosta, M. & Díaz, M. 2022, pag. 7).

Si relacionamos lo antes mencionado se puede mostrar que la angustia psicológica repercute en el bienestar del universitario, ya que el estrés, la ansiedad y la depresión en conjunto a una deficiente calidad del sueño empeora el estado mental del alumno, repercutiendo en su calidad de vida. Ortega, D. et al. (2023, pag. 5).

Así mismo la calidad y duración del sueño tiene un impacto importante en la calidad de vida del estudiante, y estas pueden ser modificadas por diferentes factores como el tiempo de ocio, la actividad física, carga académica, grado que cursan, exposición a pantallas, entre otras Ortega, D. et al. (2023, pag. 7).

Los actores que se utilizaran para la presente investigación se dirigen a los estudiantes de primer cuatrimestre de licenciatura de los grupos de LGCH 17 y LGCH 18 pertenecientes a la división administrativa en la carrera en gestión del capital humano en la universidad tecnológica de Querétaro.

La investigación siguiente se desarrollará en la Universidad Tecnológica de Querétaro, alumnos de primer cuatrimestre de licenciatura de la división administrativa de la carrera en Gestión del Capital Humano.

La presente investigación se desarrollada durante el primer cuatrimestre de septiembre 2023, se llevará a cabo la siguiente investigación.

El Objetivo General de la presente investigación es emparejar el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) del salón LGCH 17 y LGCH 18 de la licenciatura de Gestión Área Capital Humano en base a sus hábitos de descanso.

Los objetivos específicos en las que se guiara la investigación son los siguientes:

- Identificar los principales factores que afectan el rendimiento académico en estudiantes universitarios
- Diagnosticar el rendimiento académico utilizando los patrones de sueño en los estudiantes.
- Relacionar los principales factores que se presentan durante el lapso de tiempo utilizado con fines académicas y de sueño.

La investigación se desarrolla mediante la pregunta general planteada: ¿El bajo rendimiento de los estudiantes universitarios es a causa de sus hábitos de sueño o por falta de administración de tiempo?

La investigación se basará mediate las siguientes preguntas especificas:

- ¿Un alto rendimiento académico es resultado de un descanso?
- ¿Qué hábitos se repiten de manera frecuente?
- ¿el lapso de tiempo que tienen los universitarios es el adecuado para la realización de actividades académicas y un buen descanso?

En la investigación presente se argumentó como hipótesis general que es probable que el rendimiento académico de los estudiantes dependa un 50% de sus hábitos de descanso y el otro 50% por la falta de administración del tiempo.

De la argumentación de la hipótesis general se encuentran las siguientes hipótesis específicas, las cuales se basan en las preguntas especificas:

- Un mal hábito de descanso es la verdadera causa del bajo rendimiento académico en universitarios.
- La administración de tiempo y un mal hábito de descanso son los principales factores que afectan el rendimiento de los estudiantes.
- El lapso tiempo que los estudiantes poseen no es suficiente para una calidad de sueño adecuado y un alto rendimiento tanto académico como laboral.

La premisa en la que se basará será el rendimiento académico en estudiantes de la universidad tecnológica de Querétaro (UTEQ) tiene una relación con el intervalo de tiempo de actividades académicas, laborales y de descanso.

JUSTIFICACIÓN

Los hábitos de descanso y la calidad de sueño llegan a afectar de gran manera el rendimiento académico en los estudiantes universitarios, la gran mayoria de los alumnos tienen a ser personas mayores de 20 años de edad. Por lo tanto, realizan diferentes actividades externas a las escolares, algunas de estas siendo las laborales, las familiares y personales. Tener una variedad de investigaciones sobre los hábitos de descanso es de gran importancia ya que genera una contribución a la concientización en la calidad de sueño, para obtener una salud digna y mejorar la concentración del individuo. Mejorando la memorización y previniendo una amplia gama de enfermedades, incluidas las físicas y mentales como la depresión, obesidad y problemas del corazón.

Cuyos secundarios efectos son perjudiciales sobre el desempeño de los humanos en el cualquier entorno en el que se encuentren. Será de gran ayuda prevenir o reducir los principales factores que propician un descanso irregular. Manteniendo un balance entre las actividades diarias y el descanso, tratar o prevenirlos los efectos ayudara a administrar de mejor manera el tiempo de sueño.

La importancia de que se borde el tema en los alumnos universitarios de primer cuatrimestre de licenciatura en gestión en el capital humano, pertenecientes al turno vespertino será de utilidad para ser más consciente de cada uno de los estos factores. Además de los efectos secundarios en el rendimiento académico y la regularización de la salud de los estudiantes, mejorando los resultados de los escolares. La mayoria de los alumnos de primer cuatrimestre de este año provienen de TSU (Técnico superior Universitario). Como resultado se altera drásticamente sus patrones de sueño y afectara su rendimiento. Se escogieron estos dos grupos de la carrera para ser más consientes y reflexionar los resultados obtenidos, para una mejora en los planes que se les brindan a los universitarios. Al llevar a cabo la concientización en la salud de los alumnos causara beneficios a la institución con la posibilidad de aumentar su posición entre las mejores universidades de México.

Algunas investigaciones analizadas para el desarrollo de la investigación argumentan diferentes puntos de vistas en relación del descanso y su afectación con el rendimiento académico. En el año 2021 la Dra. Alicia Angélica López Rodríguez de la Universidad Veracruzana Instituto Mexicano del Seguro Social Departamento de Estudios de Posgrado Dirección Regional Sur Delegación Veracruz Norte Unidad de Medicina Familiar NO. 61 plantea en la tesis "CALIDAD DEL SUEÑO EN ESCOLARES" con el objetivo de identificar la calidad del sueño en escolares, por lo que llevó a cabo un estudio descriptivo y transversal, en la UMF No. 61, ubicada en el municipio de Veracruz durante el período de tiempo de Marzo 2018 a Enero 2021, en donde con previa autorización por el Comité de ética, Comité de enseñanza e investigación y con la anuencia de la Dirección Médica, además de la carta de no inconvenientes de la unidad de medicina familiar No. 61. El tamaño de la muestra la determinó con la fórmula estadística de estimación de proporciones, la cual le brindo un total de 385 usuarios. El cual llevo a cabo mediante encuestas teniendo como resultado que la prevalencia de mala calidad del sueño fue de 59.5%, siendo la resistencia a la hora de dormir la dimensión más afectada (77.6%). Concluyendo que la prevalencia de mala calidad del sueño, fue mayor a la reportada a nivel mundial y nacional (10-50%), por lo que el sueño debe ser una prioridad y en estas nuevas generaciones se propone estudiar el porqué de estas alteraciones en las dimensiones del sueño, lo que abre nuevas líneas de investigación y por qué no, de cambiar el futuro de la sociedad López, A. (2021).

Reyes Rojas Carmen Elizabeth desarrollo en el 2023 una investigación del tipo sustantiva y de diseño correlacional descriptivo, en la Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO siendo nombrada "Calidad de sueño y bienestar psicológico en estudiantes de psicología de una universidad privada de Trujillo". Mediante la duda de ¿Cuál es la relación entre la calidad de sueño y bienestar psicológico en estudiantes de psicología de una universidad privada de Trujillo, 2021?, por lo tanto, se estableció como objetivo establecer la relación entre la calidad de sueño y bienestar psicológico en estudiantes de psicología de una universidad privada de Trujillo, 2021. La hipótesis que se estableció fue que existe una relación entre la calidad de sueño y bienestar

psicológico en estudiantes de psicología de una universidad privada de Trujillo, 2021. Para la realización de la investigación se eligieron pruebas psicométricas, que permitieron que la validez y confiabilidad tengan roles importantes al momento de su aplicación. En este se demostraron una correlación negativa de Spearman Brown de -.267 con probabilidad .000, siendo altamente significativa (p<=0.01). S Se observo que en la calidad de sueño el 0.7% no tiene ningún problema de sueño, el 17.5% merece atención médica, el 75.9% merece atención y tratamiento médico y el 5.9% tiene un problema grave del sueño. Respecto al bienestar psicológico, el 29.7% tiene un nivel bajo, el 42.9% tiene un nivel medio y el 27.4% tiene un nivel alto. Por lo cual concluyo que existe una correlación negativa altamente significativa de Spearman Brown de - .267 con probabilidad .000 entre las variables calidad de sueño y bienestar psicológico en estudiantes de psicología de una universidad privada de Trujillo, 2021. Debido a que un puntaje bajo en el ICSP indica una buena calidad de sueño, mientras que un puntaje alto en la escala BIEPS – A indica un buen nivel de bienestar psicológico; los resultados indican que sí existe una relación entre la calidad de sueño y bienestar psicológico Reyes Rojas, C. E. (2023).

“Calidad de sueño y rendimiento académico de los estudiantes del IV ciclo de la Escuela Profesional de Medicina, en la Universidad Andina de Cusco, año 2020”, tesis que se llevó a cabo en 2021 en la Universidad Andina del Cusco Escuela de Posgrado Maestría en Docencia Universitaria por Ascue Camargo Illary. Tesis cuyo objetivo era determinar qué relación existe entre la calidad de sueño y el rendimiento académico de los estudiantes del IV Ciclo de la Escuela Profesional de Medicina Humana, en la Universidad Andina de Cusco, año 2020. Para la obtención de datos se realizó una investigación en base al paradigma lógico–positivista que representa el modelo de conocimiento artesiano es el método clásico o positivista, este postula la existencia de una realidad objetiva que es posible conocer empíricamente a través de métodos cuantitativos, construyendo modelos que permiten explicar y predecir fenómenos similares es decir generalizar a partir de experiencias fraccionadas. En este caso fue de tipo analítico pues se buscó relaciones entre las variables. Para la ejecución de este se utilizó un instrumento de medición de la calidad de sueño y otro instrumento para medir el rendimiento académico de los estudiantes. En base de la cuestión siguiente: ¿Qué relación existe entre la calidad de sueño y el rendimiento académico de los estudiantes del IV Ciclo de la Escuela Profesional de Medicina Humana, en la Universidad Andina de Cusco, año 2020?, como resultados se observa que la mayor parte de estudiantes muestran calidad de sueño de un nivel medio (51.4%), seguido de un nivel bajo (43.0%). Así mismo, la mayoría de estudiantes muestran niveles de rendimiento académico medio (56.3%) seguido de rendimiento académico moderado (41.5%). Se concluyo que la relación entre calidad de sueño y rendimiento académico en los estudiantes del IV ciclo de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Andina del Cusco, año 2020 es directamente significativa, lo cual indica que, a mayor presencia de la calidad de sueño, mayor o mejor rendimiento académico Ascue Camargo, I. (2021).

“La calidad del sueño y su relación con la memoria en estudiantes universitarios” artículo escrito por Emiramis Álvarez Navarrete, Gerardo González Guarneros, José Alberto Juárez Fernández y María Fernanda Pérez en el 2010. Pertenecientes a la carrera de Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Este se desarrolló en base de la hipótesis planteada que existe una relación estadísticamente significativa entre la calidad de sueño y el desempeño cotidiano de la memoria. Además de que plateo una duda mediante la hipótesis diciendo ¿Existe relación entre la calidad de sueño y el funcionamiento óptimo de la memoria cotidiana en estudiantes universitarios?, para lo cual se realzo un estudio de campo, mediante cuestionarios.

Con el objetivo de analizar si la percepción de 20 estudiantes universitarios de la FES Iztacala sobre el funcionamiento de su memoria, está en relación a su calidad de sueño. En el cual se concluyó que no existe una relación significativa entre las dos variables. Por último, y al no descartar la posible influencia con otras variables, se propone realizar un taller sobre

higiene de sueño, con el propósito de promover entre los universitarios hábitos sanos Álvarez Navarrete, S. et al. (2020).

“Calidad de sueño en estudiantes de ciencias de la salud, Universidad de Boyacá (Colombia)” artículo escrito por Sandra Patricia Corredor Gamba y Alba Yanira Polanía Robayo en el año 2020, pertenecientes a la Universidad de Boyacá (Colombia). Desarrollando un estudio enmarcado dentro del paradigma cuantitativo, bajo el enfoque metodológico empírico analítico. Con un diseño no experimental de alcance descriptivo con fase correlacional de corte transeccional, con una muestra de 388 estudiantes universitarios de la Facultad de Ciencias de la Salud, obtenida por muestreo probabilístico estratificado.

Mediante un cuestionario de Índice de calidad de Sueño de Pittsburgh y un análisis exploratorio para las variables cuantitativas, con el objetivo de Determinar la calidad de sueño en estudiantes de Ciencias de la Salud de la Universidad de Boyacá. En el cual se encontró una edad promedio de 22 años, en su mayoría mujeres (82,5%), pertenecientes en gran proporción al programa de Medicina (42,0%), distribuidos de manera homogénea entre III y VIII semestre, dado que la proporción de estudiantes fue similar 13,7 - 14,4%. La calidad de sueño fue mala en el 58% de los casos, clasificándose como malos dormidores, mientras que para el 42% es buena la calidad de sueño, es decir, tienen un buen dormir.

Con este se concluyó que la población estudiada estuvo conformada por estudiantes de los 6 programas académicos de la facultad de Ciencias de la Salud, que se caracterizó por ser en su mayoría mujeres, con edad promedio de 22 años. La calidad de sueño en su mayoría fue mala, lo que induce a la clasificación de malos dormidores. Finalmente, en la población estudiada no se evidenció relación estadísticamente significativa entre la calidad de sueño y el semestre académico cursado Corredor Gamba, S. P. et al. (2020).

El contenido brindado aporta en las ideas para el desarrollo de la investigación, además de poder realizar comparaciones para la redacción de las conclusiones. También ayudara a desarrollar de mejor manera la recopilación de datos para mejores resultados

Marco teórico

En el siguiente apartado de marco teórico se exponen los siguientes conceptos fundamentales para la comprensión de manera intelectual del tema abordado, se utilizarán teorías las cuales serán de apoyo para la fundamentación de los resultados de los resultados y el desarrollo del tema abordado. En las cuales se basarán en tres teorías del descanso y tres teorías del aprendizaje.

Algunos de los conceptos que se basan en la siguiente investigación serán los siguientes:

1. Tiempo: el tiempo se conoce como un factor intuitivo que está íntimamente conectado con el cambio que atraviesan las cosas y las relaciones que forman *Ramos, G*. (2014).
2. Hábitos: los hábitos se pueden definir como las repeticiones o costumbres de una acción desarrollada de manera natural y frecuente Guelbenzu, M. (2013)
3. Memoria: el concepto de memoria puede definir como un proceso que permite recaudar y almacenar información, siendo dividida por dos tipos largo y corto plazo Memoria. (2002).
4. Memoria visual: la memoria visual se conoce como la capacidad de recopilar información, además de recordar la información almacenada *Beck, C. (2021).*
5. Rendimiento académico: el rendimiento académico se conoce como la variable con la que se mide las calificaciones del alumno durante un curso de tiempo determinado Pérez Porto, J. et al. (2008)
6. Calidad del sueño: la calidad de sueño se le conoce como descansar de manera adecuada, no crear irregularidades en el reloj biológico del individuo para el funcionamiento de las actividades diarias Sierra, J. C. et al. (2002)
7. Dimensiones del sueño: las dimensiones del sueño se realizan durante el descanso en el cual permite que el individuo puede poseer diferentes habilidades en los sueños, esto se debe a que los sueños expresan los deseos

reprimidos de cada persona o ayuda a mantener un balance con las situaciones que nos frustran durante el día Malena. (2021)

Algunas de las teorías educativas y del descanso en las que se basara la investigación serán las siguientes:

La teoría constructiva del conocimiento: El enfoque constructivista, en su vertiente de corriente pedagógica, es una manera determinada de entender y explicar las formas en las que aprendemos. Los psicólogos que parten de este enfoque ponen énfasis en la figura del aprendiz como el agente que en última instancia es el motor de su propio aprendizaje Regader, B. (2015).

Teoría del aprendizaje social de Albert Bandura: interacción y aprendizaje: Bandura admite que cuando aprendemos estamos ligados a ciertos procesos de condicionamiento y refuerzo positivo o negativo. Del mismo modo, reconoce que no puede entenderse nuestro comportamiento si no tomamos en consideración los aspectos de nuestro entorno que nos están influyendo a modo de presiones externas, tal y como dirían los conductistas Triglia, A. (2015).

La teoría psicoanalítica: Esta teoría trata de explicar las fuerzas inconscientes que motivan al comportamiento humano, es decir, aquellos conflictos internos que aparecen durante la niñez y que afectan, a posteriori, a los comportamientos y emociones del individuo. En el Psicoanálisis la sexualidad es la base del desarrollo de las personas de la Salud, E. de E. en C. (2018).

La teoría del descanso Lazarus: La Teoría del Descanso Lazarus es un enfoque innovador que busca mejorar la calidad del sueño y el descanso. Esta teoría se basa en la idea de que el descanso no solo es importante para la recuperación física, sino también para la salud mental y emocional Descubre la Teoría del Descanso Lazarus para mejorar tu bienestar. (2023).

La teoría del exceso de energía de Spencer: En su libro Principios de Psicología, Spencer expone su teoría de la Energía sobrante, según él, los seres vivos tienen una cantidad limitada de energía para consumir diariamente, pero no todas las especies la gastan en la misma proporción Teoría del exceso de energía de Spencer. (2012).

METODOLOGIA

El método bibliográfico será el método que se utilizada para la recolección de datos, se conoce como el método aquel sistema que se sigue para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, el método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación método. (s.f.).

El método bibliográfico es aquel sistema de investigación que nos permite acceder a diferentes trabajos con el mismo objeto de estudio.

El método bibliográfico será desarrollado para la investigación para la recolección de datos, mediante la técnica curaduría y el desarrollo de las conclusiones.

La técnica que se utilizara para la recolección de datos será la curaduría se desarrollada para mediante investigaciones que tengan el mismo objetivo, considerando de la mejor manera para el desarrollo de las técnicas.

La curaduría o referencias es aquella que se hace mediante una definición conceptual de un proyecto expositivo y concibe el proyecto científico de una exposición, que se traduce en un guion museológico, que será la ruta de guía para el trabajo de otras actividades como la museografía, la gestión de exposiciones, el registro, la conservación, etc Curaduría. (s.f.).

se realiza apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie. Como subtipos de esta investigación encontramos la investigación bibliográfica, la hemerográfica y la archivística; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, etcétera Introducción a la Investigación: guía interactiva. (s.f.).

La curaduría es una seria de investigación mediante referencias de trabajos con el mismo objeto de estudio. La curaduría se aplicó en la investigación para el desarrollo de los resultados y conclusiones, además de encontrar la relación de los hábitos de sueño con el desempeño académicos a universitarios

CONCLUCIONES

La investigación se encuentra en un 75% de avance se sigue realizando el método de investigación y las técnicas mencionada anterior mente en los resultados que se esperan en dicha investigación es el poder encontrar la probabilidad de que las causas del rendimiento académico de los estudiantes dependan un 50% de sus hábitos de descanso y el otro 50% por la falta de administración del tiempo o irregularidades de sueño, además de encontrar otros factores externos que estén relacionados con el desempeño académico de los estudiantes universitarios de primer cuatrimestre de la carrera de licenciatura en gestión área capital humano.

Así poder desarrollar algún método, estrategia o plan para utilizar la información recabada para concientizar a maestros, padres de familia y directivos sobre la importancia de una buena calidad del sueño. Promoviendo buenos hábitos de descanso en los estudiantes para una mejora académica y mantener la salud de los estudiantes tanto mental como física.

De esta manera lograr mejores calificaciones de parte de los alumnos y un mejor desarrollo de sus competencias tanto académicas como laborales. Logrando el aumento en el posicionamiento de la escuela en un ranking mas alto y dar a conocer a la escuela como una organización interesada en la salud de los alumnos.

Se espera de la misma manera el porcentaje de alumnos trabajadores, alumnos padres de familia y su afectación de estos factores en ámbito del descanso y su desempeño en el área académica, como laboral.

BIBLIOGRAFIA

Acosta, M. & Díaz, M. (2022). I*nfluencia del Burnout y Sueño, en el rendimiento académico de estudiantes universitarios.* https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/15859

Álvarez Navarrete, S., González Guarneros, G., Juárez Fernández, J. A., & Pérez, M. F. (2020). La calidad del sueño y su relación con la memoria en estudiantes universitarios. PsicoEducativa: Reflexiones Y Propuestas, 6(12), 17–25. https://psicoeducativa.edusol.info/index.php/rpsicoedu/article/view/122

Álvarez S. ., Gonzáles, G. ., Juárez, J. & Pérez M. (2020). La calidad del sueño y su relacion con la memoria en estudiantes universitarios https://psicoeducativa.edusol.info/index.php/rpsicoedu/article/view/122

Corredor Gamba, S. P., & Polanía Robayo, A. Y. (2020). Calidad de sueño en estudiantes de ciencias de la salud, Universidad de Boyacá (Colombia). Medicina, 42(1), 8–18. https://doi.org/10.56050/01205498.1483

Curaduría. (s.f.). Ecured.cu. https://ecured.cu/Curadur%C3%ADa

de la Salud, E. de E. en C. (2018, marzo 21). Historia de la teoría psicoanalítica. VIU Internacional. https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/historia-de-la-teoria-psicoanalitica

Descubre la Teoría del Descanso Lazarus para mejorar tu bienestar. (2023, abril 6). Teoría Online. https://teoriaonline.com/teoria-descanso-lazarus/?teoria_online=1

Guelbenzu, M. (2013, octubre). Definición de Hábito. Enciclopedia.net. https://enciclopedia.net/habito/

Introducción a la Investigación: guía interactiva. (s.f.). Www.Uv.Mx. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html

López, A. (2021). Calidad del sueño en escolares. https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50819/LopezRodriguezAlicia.pdf?s

Malena. (2021, julio 24). La Dimensión de los sueños. Laguia2000.com https://psicologia.laguia2000.com/los-suenos/la-dimension-de-los-suenos

Memoria. (2002). Brain and Nerves. https://medlineplus.gov/spanish/memory.html

metodo. (s.f.). Oocities.org. https://www.oocities.org/zaguan2000/metodo.html

Müller, K. (2022). *Relación entre sueño y rendimiento académico en estudiantes. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15794/Muller_Torres_Katherine_Relacion.pdf?sequence=5&isAllowed=y*

Ortega, D. . , Hernández, J. ., Zuñiga, K. ., Rodríguez, L. ., Vázquez, L. ., Guerrero, P. ., Fernández, M. ., & Jaramillo, O. (2023). Impacto en la calidad del sueño y trastornos psicológicos en estudiantes universitarios. JÓVENES EN LA CIENCIA. https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4107/3590

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008, diciembre 15). Rendimiento académico. Definición.de; Definicion.de. https://definicion.de/rendimiento-academico/

Ramos, G. (2014, septiembre). Definición de tiempo. Enciclopedia.net. https://enciclopedia.net/tiempo/

Regader, B. (2015, junio 1). La Teoría del Aprendizaje de Jean Piaget. Psicologiaymente.com. *https://psicologiaymente.com/desarrollo/teoria-del-aprendizaje-piaget*

Reyes Rojas, C. E. (2023). Calidad de sueño y bienestar psicológico en estudiantes de psicología de una universidad privada de

Trujillo, 2021. http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/10582

Sierra, J. C., Jiménez-Navarro, C., & Martín-Ortiz, J. D. (2002). Calidad del sueño en estudiantes universitarios: importancia de la higiene del sueño. Salud mental (Mexico City, Mexico), 25(6), 35–43. http://revistasaludmental.mx/index.php/salud_mental/article/view/927

Teoría del exceso de energía de Spencer. (2012, enero 26). Buenas Tareas. https://www.buenastareas.com/ensayos/Teor%C3%ADa-Del-Exceso-De-Energia-De/3382610.html

Triglia, A. (2015, mayo 30). La Teoría del Aprendizaje Social de Albert Bandura. Psicologiaymente.com. https://psicologiaymente.com/social/bandura-teoria-aprendizaje-cognitivo-social

Relación de la inteligencia emocional en el rendimiento académico.

Autor:Ana Teresa Córdova González.

Asesor: Josuè Huerta Maldonado

Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro. División Económica Administrativa.

contacto: 2021301081@uteq.edu.mx

Resumen

La inteligencia emocional permite reconocer las emociones propias y ajenas, el tener un correcto manejo de emociones permite desarrollar mejor habilidades, los jóvenes pasan mayor tiempo en la escuela en donde día a día se enfrentan a distintas situaciones y es importante saber reaccionar ante estas. La investigación tuvo como objetivo identificar la relación entre la inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de primer cuatrimestre de la Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro, el método empleado en la investigación fue fenomenológico y se trabajó con una muestra de 21 estudiantes universitarios empleado el cuestionario de TMMS-24 y observación de sus notas. Los resultados muestran una relación positiva y altamente significativa entre la inteligencia emocional y el rendimiento académico, concluyendo que aunque hay otros factores que influyen en el rendimiento académico del entorno social o familiar, en esta investigación además se muestra la relación entre el rendimiento académico y la inteligencia emocional, ya que se logra mostrar, mediante la evaluación del nivel emocional y académico de los estudiantes entre más alto su nivel de inteligencia mejor son las notas de estos, la inteligencia emocional juega un papel importante para desarrollar las habilidades necesarias o de lo contrario no le será fácil al estudiante alcanzar sus logros académicos.

Palabras clave: emociones, inteligencia emocional, rendimiento académico.

Summary

Emotional intelligence allows one to recognize one's own and others' emotions, having a correct management of emotions allows one to develop better skills, young people spend more time at school where every day they face different situations and it is important to know how to react to these. The objective of the research was to identify the relationship between emotional intelligence and academic performance in first semester students of the Technological University of the State of Queretaro, the method used in the research was phenomenological and worked with a sample of 21 university students using the TMMS-24 questionnaire and observation of their grades. The results show a positive and highly significant relationship between emotional intelligence and academic performance, concluding that although there are other factors that influence the academic performance of the social or family environment, emotional intelligence plays an important role in developing the necessary skills or else it will not be easy for the student to reach his academic achievements.

Key words: emotions, emotional intelligence, academic performance.

Introducción

La inteligencia emocional se relaciona con el desempeño académico por que la inteligencia emocional es la que permite reaccionar e identificar estas reacciones y evaluar las emociones, actualmente nos encontramos en una época donde los estudiantes deben enfrentarse a distintas situaciones por lo que es importante que aprendan a reaccionar ante estas, pero ¿qué es la inteligencia emocional?.

La inteligencia emocional es la capacidad de reconocer las emociones – tanto propias como ajenas – y de gestionar nuestra respuesta ante ellas. La podemos definir como el conjunto de habilidades que permiten una mayor adaptabilidad de la persona

ante los cambios. También tiene que ver con la confianza y seguridad en uno mismo, el control emocional y la automotivación para alcanzar objetivos. Comprender los sentimientos de los demás, manejar las relaciones y tener poder de influencia es básico para conseguir cambios positivos en el entorno. Una emoción provoca una acción, una respuesta. Habitualmente, ante determinadas emociones, nuestra respuesta suele ser automática, o lo que es lo mismo: una reacción ante un estímulo. Lo que dice la inteligencia emocional es que es posible responder en lugar de reaccionar (Bello, 2021).

En la presente investigación se busca identificar cuál es la relación de la inteligencia emocional en el rendimiento académico, por ello se pretende identificar el rendimiento que tienen los estudiantes y el nivel de inteligencia, para saber si las emociones que están presentando algunos jóvenes se están reflejando en su aprendizaje por no saber cómo reaccionar ante diversas situaciones que se presentan en su vida cotidiana. Al tener una relación se pueden implementar estrategias que ayuden a los estudiantes a actuar y controlar sus emociones, la investigación se desarrolla en la Universidad Tecnológica del estado de Querétaro en estudiantes de primer cuatrimestre de la Licenciatura de Gestión de capital humano.

La inteligencia emocional (IE) ha estado por años desvinculada del ámbito educativo, es un factor importante que interfiere en el rendimiento académico y en las distintas facetas de los universitarios, sin embargo, su abordaje como parte de la formación profesional es ínfimo (Tariq et ál., 2020).

Partiendo de la pregunta ¿Cuál es la relación entre inteligencia emocional y el rendimiento académico?. Se tiene como objetivo analizar la relación de la inteligencia emocional y el rendimiento académico en los estudiantes de primer cuatrimestre de la licenciatura de gestión de capital humano en la uteq, la hipótesis planteada es que la inteligencia emocional puede influir de manera positiva o negativa en el rendimiento académico.

La IE es la capacidad que debe tener un estudiante para manejar eficazmente sus emociones en el proceso de adaptación a un nuevo contexto, teniendo en cuenta dominios inherentes a su persona (intrapersonales), de relación con sus semejantes (interpersonales), aplicación de estrategias efectivas que minimicen el impacto (adaptabilidad) y respuestas adecuadas a la presión (manejo del estrés), especialmente positivas (estado de ánimo) (Ain et ál., 2021).

En España se realizó una investigación en la Universidad de Zaragoza para identificar, la inteligencia emocional y el engagement académico en adolescentes. Los resultados mostraron relaciones positivas del rendimiento escolar con todas las dimensiones del engagement académico y la inteligencia emocional, salvo con la percepción emocional; actuando, a su vez, como valor predictivo de la dedicación a las tareas académica (Usan y Salavera, 2019).

En la actualidad no solo para los estudiantes es un reto tener una educación integral en todos los sentidos, si no para los profesores el lograr esto es un desafío aún más grande, en la educación se deben de desarrollar ciertas competencias en donde se podría orientar a los estudiantes para mejorar la parte afectiva.

Las actividades y tareas asignadas en la universidad pueden ocasionar estrés en los jóvenes y este estrés a su vez causar ansiedad lo que pueden causar un descontrol o desbalance en las emociones, provocando daños psicológicos perjudicando su salud mental y esto podría causar distracción y dificultad para poner atención en las clases y retener los aprendizajes.

El problema radica en que no se le da la importancia necesaria a la inteligencia emocional siento está tan necesaria en los jóvenes universitarios, ya que todos los días se enfrentan a diferentes retos académicos o sociales, es decir, si un joven experimenta una situación frustrante por no saber cómo expresarse se mantendrá en un estado de negación lo que repercutirá en su rendimiento académico.

La educación ha tenido una constante evolución, los avances tecnológicos y pedagógicos han mejorado los procesos de enseñanza y aprendizaje lo cual se refleja en el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo hay factores que intervienen en el proceso de enseñanza afectando el rendimiento de los jóvenes. Por lo cual han surgido

diversos estudios que pretenden identificar estos factores, entre estos factores se ha relacionado la inteligencia emocional, por esta razón la presente investigación se orienta a identificar la relación o impacto que tiene la inteligencia emocional en el rendimiento académico de los jóvenes universitarios.

Durante mucho tiempo en las instituciones educativas se han preocupado por formar a personas profesionales ocupándose de la parte cognitiva del ser, restando menos importancia a la parte emocional, toda persona tiene emociones pero no todas saben gestionarlas ante distintas situaciones que pueden ocurrir en su vida cotidiana. La escuela es un medio donde dia a dia los estudiantes pasan gran parte de su tiempo y en consecuencia tienen una serie de estados emocionales distintos donde también se involucran las relaciones personales y familiares, un estudiante puede estar bajo la emoción de enojo, frustración o felicidad y es importante por esta razón identificar la relación de la inteligencia emocional en el rendimiento académico.

El rendimiento académico se refiere a el nivel de las habilidades y conocimientos que se tienen en las materias, dicho rendimiento se puede identificar en las calificaciones, durante cada cuatrimestre los estudiantes presentan dos parciales, es decir, presentan evaluaciones para medir su grado de conocimiento, durante este periodo se desencadenan una serie de emociones, por ejemplo el estrés es resultado de las emociones generadas.

Para la investigación se tomaron en cuenta distintos estudios e investigaciones que contribuyeron en el desarrollo de esta.

Almachi (2022), en su tesis de la inteligencia emocional y desempeño académico en estudiantes universitarios de la carrera de psicopedagogía de la universidad técnica de Ambato tuvo como objetivo establecer la puntuación de Inteligencia emocional y su relación con el desempeño académico. Donde se concluye que la Inteligencia emocional está presente en los estudiantes universitarios permiten catalogarlas en un 60% (38 persona) alcanzando los objetivos, en un 33 % (21 personas) dominando los aprendizajes requeridos y en un 6 % (4 personas) como si supera los aprendizajes sugeridos.

El rendimiento académico se refiere a el nivel de las habilidades y conocimientos que se tienen en las materias, dicho rendimiento se puede identificar en las calificaciones, durante cada cuatrimestre los estudiantes presentan dos parciales, es decir, presentan evaluaciones para medir su grado de conocimiento, durante este periodo se desencadenan una serie de emociones, por ejemplo el estrés es resultado de las emociones generadas.

Montoya, Morán y Cornejo (2022), en el artículo de análisis de la inteligencia emocional de los estudiantes universitarios del aula de clases, se concluye que la mayoría de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Enfermería de la UNEMI, presentan un nivel de Inteligencia Emocional medio – alto, lo que denota una personalidad más plena y satisfactoria de la vida como estudiante, teniendo la posibilidad de convertirse en un profesional competente y de calidad.

La investigación anterior permite identificar que es importante que tanto los alumnos como los docentes identifiquen sus emociones para poder relacionarse y en el caso de los alumnos poder entender los contenidos, ya que al estar bajo una emoción de estrés, frustración o enojo no será posible memorizar y adquirir los conocimientos.

Quispe (2023), en su tesis de Programa de inteligencia emocional y su influencia en el rendimiento académico de estudiantes de una Universidad Pública-Ica, 2023, determina la influencia del programa de inteligencia emocional en el rendimiento académico en el Rendimiento Académico de Estudiantes de una Universidad Pública-Ica, 2023.Los resultados obtenidos mediante la prueba W de Wilcoxon, arrojaron un p valor inferior a 0.05 y valores en el pre test de 218,500 y en el pos test de 112,000, lo que significa que, el programa de inteligencia emocional tiene influencia significativa en el rendimiento académico de estudiantes de una Universidad Pública-Ica, 2023. Se concluye que, a un mayor desarrollo del manejo y control de las emociones, el rendimiento académico del estudiante se modificará de manera positiva.

Entonces entre más control y más conocimiento tengamos de nuestras emociones mejor podemos reaccionar y el rendimiento académico se podrá mejorar, las emociones no son malas lo malo es la forma en cómo se manejan algunas veces para tener una mejor salud mental es fundamental tener un

control, no se trata de reprimir sino de saber expresar, dejando de lado aquellos impulsos que pueden hacernos cometer actos que afectan a nuestra persona.

Nejapa (2023), en “Competencias emocionales y rendimiento académico en estudiantes universitarios” establecen que el desarrollo de las competencias necesarias para el buen desarrollo académico ha sido uno de temas donde se presta mayor atención, pues la parte cognitiva dentro del proceso de aprendizaje es importante, no obstante, se deja de lado el formar y potencializar las competencias emocionales que permiten al ser humano alcanzar un nivel más alto en su éxito no solo profesional, sino también personal. Dentro de las realidades educativas muchos de los estudiantes no son capaces de generar hábitos de estudios adecuados, porque no tiene una buena gestión del tiempo y menos una adecuada organización de actividades, estas y otras deficiencias tendrán como consecuencia un bajo rendimiento académico.

Cada estudiante forma hábitos y técnicas que les permiten desarrollar sus habilidades y conocimientos, no todos piensan y se desarrollan de la misma manera lo que para algunos resulta fácil de comprender para otros puede ser difícil, el grado de de inteligencia emocional y no depende del tipo de institución, es decir puede tratarse de una escuela privada o pública .

Lopez y Gutierrez (2019), en el libro Inteligencia emocional y Rendimiento académico se establece que en los últimos años, dentro de las diversas teorías que han construido explicaciones en torno a los procesos que implica la inteligencia, se le ha relacionado con diversas variables, como aprendizaje, procesos cognitivos, motivación, entre otras; una de las variables común a diversos estudios, como los que se mencionaron anteriormente, es “las emociones”, esta variable ha permitido que también en numerosas discusiones se le vea en conjunto con otras variables, relacionando situaciones y circunstancias a un nivel explicativo. En este caso la diferenciación del autocuidado del humano por evolución a partir de situaciones amenazantes, le han hecho desarrollar perse, para protegerse de amenazas reales y condiciones que le pudiesen poner en riesgo inclusive la propia vida, nuevamente pone de manifiesto el proceso emotivo con el aprendizaje al momento de evaluar la propia situación de seguridad y el tener que aprender, nos instruye para reconocer que dichos procesos de manera inconsciente hacen su aparición. Cuando se produce una emoción intensa se produce activación, primordialmente, del sistema simpático. El sistema simpático produce muchos de los cambios emocionales que acompañan a las emociones, como el aumento de la frecuencia cardiaca y de la presión arterial, la sudoración, etc. Estas sensaciones y 34 detonaciones hormonales, nos permiten reconocer, aprender y desarrollar inteligencias o aprendizajes que de otra forma sin que se pusieran en acción, no serían concretizados, alcanzados o desarrollados para nuestra propia evolución.

Idrogo y Asenjo (2021), en relación entre inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes universitarios peruanos establecen que la inteligencia emocional es el conjunto de capacidades que permiten a un estudiante el manejo adecuado de sus emociones y de las relaciones interpersonales, cuando es sometido a situaciones estresantes, como el ámbito educativo; en el que tienen que lidiar con conflictos internos y externos para un buen desempeño académico. La investigación tuvo como objetivo relacionar la inteligencia emocional y el rendimiento académico en los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, Perú. Concluyendo que existe una relación estadísticamente significativa entre la inteligencia emocional, la dimensión adaptabilidad y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios ($p = 0,043$ y $p = 0,021$).

Para fundamentar el proyecto se realizó una búsqueda de información, en donde se encontraron a algunos autores que permiten fundamentar el proyecto.

El famoso psicólogo y filósofo pragmatista norteamericano William James, hennano del no menos famoso escritor Henry James, escribió en su artículo original de 1884: Nuestra manera de pensar sobre estas emociones estándar es que la percepción mental de algún hecho provoca la disposición mental llamada emoción y que este estado mental da lugar a la expresión corporal (Sutil, 1998).

Esto quiere decir que nos expresamos de acuerdo a las emociones que experimentamos, las emociones además son parte del ser humano y estas se pueden dar en distintas situaciones y entornos. Darder (2002) citado por López, (2005) establece que vivimos las emociones en cualquier espacio y tiempo, con la familia, con los amigos, con nuestro entorno, con nuestros iguales, con nuestra escuela, con nuestros educadores, etc. Por lo que la escuela es un ámbito más de conocimiento y de experiencias en el que se desarrollan las emociones. Emociones que vivimos y compartimos en mayor o menor intensidad y especificidad. El tratamiento de las emociones constituye más una forma de vida que una moda que se integra en el desarrollo personal.

Las investigaciones y teorías sobre la inteligencia han hecho correr ríos de tinta y no se puede decir que se haya llegado a conclusiones de aceptación general. En la última década del siglo XX se ha producido una multiplicación de las «inteligencias» que ha revitalizado la discusión sobre el tema. La investigación sobre la inteligencia probablemente se inicia con los estudios de Broca (1824- 1880), que estuvo interesado en medir el cráneo humano y sus características, y por otra parte descubrió la localización del área del lenguaje en el cerebro. Al mismo tiempo, Galton (1822-1911) bajo la influencia de Darwin, realizaba sus investigaciones sobre los genios, donde aplicaba la campana de Gauss. También en esta época Wundt (1832-1920) estudiaba los procesos mentales mediante la introspección. En 1905, Binet (1857-1911) elaboró el primer test de inteligencia con objeto de identificar a los sujetos que podían seguir una escolaridad ordinaria y distinguirlos de los que requerían educación especial (Leal, 2011).

Howard Gardner pone en cuestión el CI, que se ajusta a la «escuela uniforme» y como alternativa propone la teoría de las inteligencias múltiples. H. Gardner, de la Universidad de Harvard, realizó entre 1979 y 1983 un estudio sobre la naturaleza del potencial humano y su realización, cuya culminación fue la publicación de la obra Frames of mind. Esta obra tuvo escaso eco en el mundo de la psicología, sin embargo, provocó un gran revuelo entre los profesionales de la educación. Diez años más tarde publica Multiple intelligences. The theory in practice, cuya traducción al castellano ve la luz en 1995. En esta obra se expone de manera sistemática la teoría de las inteligencias múltiples, preguntas y respuestas que han ido surgiendo a lo largo de estos diez años, la educación de las inteligencias múltiples, su evaluación y lo que puede ser la escuela del futuro, centrada en la atención a la diversidad (Rodríguez, 2013).

Sabater (2017), Daniel Goleman en varios de sus libros, como La inteligencia emocional y Working with Emotional Intelligence, define que dentro de su enfoque sobre la inteligencia emocional hay 5 dimensiones básicas que la vertebran. Son las siguientes:

1. Autoconsciencia emocional

Hace referencia a nuestra capacidad para entender lo que sentimos y de estar siempre conectados a nuestros valores y esencia. Algo así supone tener una especie de brújula personal bien calibrada que nos permitirá guiarnos en todo momento por el camino más acertado. Siempre que tengamos en cuenta esas realidades internas, es decir, nuestro estado emocional, estaremos preparados para actuar en consecuencia.

2. Autocontrol

Este componente es esencial para tener un equilibrio emocional y tomar decisiones efectivas. Implica identificar, comprender y redireccionar las emociones de manera asertiva y constructiva. Gracias al autocontrol podemos regular nuestras reacciones emocionales ante sucesos que nos afectan de manera negativa o positiva

3. Automotivación

Nos permite orientarnos hacia nuestras metas. De recuperarnos de los contratiempos y focalizar todos nuestros recursos personales en una meta, en un objetivo. Si aunamos optimismo, constancia, creatividad y confianza, sobrellevamos cualquier dificultad para seguir conquistando triunfos y logros.

4. Empatía

En nuestra forma de relacionarnos hay un aspecto que va más allá de las palabras. Hablamos de la realidad emocional de cada uno. Esa que se expresa con gestos, con un tono de voz particular, con determinadas posturas, miradas, expresiones… Descifrar todo ese lenguaje, ponernos en el lugar del

otro y descubrir aquello por lo que está pasando es la empatía.
5. Habilidades sociales
Y tú, ¿cómo te relacionas con los demás? ¿Te comunicas con efectividad y de modo asertivo? ¿Sabes manejar los conflictos o las diferencias? Todas esas dinámicas potencian o limitan tu capacidad para disfrutar o no de tus relaciones. De construir entornos laborales sanos, cómodos y productivos. De dar forma a relaciones de pareja, familiares o de amistad más satisfactorias.
Estos grandes teóricos muestran la importancia de la inteligencia emocional, mostrando que la inteligencia emocional se empieza desarrollar desde pequeños, por lo que que desde la infancia se debe enseñar este tema y se deben de establecer estrategias que permitan desarrollarse mejor, tener un control de emociones ayuda a enfrentar las distintas situaciones a las que se pueda enfrentar teniendo buenas relaciones y una salud mental.
García y Palacios (1991), después de realizar un análisis comparativo de diversas definiciones del rendimiento escolar, concluyen que hay un doble punto de vista, estático y dinámico, que atañen al sujeto de la educación como ser social. En general, el rendimiento escolar es caracterizado del siguiente modo: a) el rendimiento en su aspecto dinámico responde al proceso de aprendizaje, como tal está ligado a la capacidad y esfuerzo del alumno; b) en su aspecto estático comprende al producto del aprendizaje generado por el alumno y expresa una conducta de aprovechamiento; c) el rendimiento está ligado a medidas de calidad y a juicios de valoración; b) del rendimiento es un medio y no un fin en sí mismo; e) el rendimiento está relacionado a propósitos de carácter ético que incluye expectativas económicas, lo cual hace necesario un tipo de rendimiento en función al modelo social vigente.
El rendimiento académico es definido de distinta manera por estos autores,sin embargo, coinciden en que es ente se evalúan distintos factores entre los cuales puede entrar la inteligencia emocional y este rendimiento se refleja en las calificaciones de los estudiantes.

Metodología

La presente investigación se sustenta mediante el método fenomenológico, que surge como una respuesta al radicalismo de lo objetivable. Se fundamenta en el estudio de las experiencias de vida, respecto de un suceso, desde la perspectiva del sujeto. Este enfoque asume el análisis de los aspectos más complejos de la vida humana, de aquello que se encuentra más allá de lo cuantificable. Según Husserl (1998), es un paradigma que pretende explicar la naturaleza de las cosas, la esencia y la veracidad de los fenómenos. El objetivo que persigue es la comprensión de la experiencia vivida en su complejidad; esta comprensión, a su vez, busca la toma de conciencia y los significados en torno del fenómeno. Para llevar a cabo una investigación bajo este enfoque, es indispensable conocer la concepción y los principios de la fenomenología así como el método para abordar un campo de estudio y mecanismos para la búsqueda de significados. Conocer las vivencias por medio de los relatos, las historias y las anécdotas es fundamental porque permite comprender la naturaleza de la dinámica del contexto e incluso transformarla (Fuster, 2019).

La reducción se centra en percibir y describir las peculiaridades de la experiencia de la conciencia y comprender de modo sistemático cómo este mundo subjetivo está constituido. Este proceso de conocimiento demanda tanto la descripción como interpretación analítica. El objetivo primordial es reconstruir los ejes articuladores de la vida de la conciencia, pero esto únicamente se puede ejecutar profundizando en su experiencia. Exige, describe y comprende la experiencia desde su propia lógica de organización (Fuster, 2019).

Dicho lo anterior se utiliza este método, ya que se explora y se describen las experiencias del tema de la inteligencia emocional con respecto al rendimiento académico comprendiendo y descubriendo los elementos en común con otros autores e investigaciones.

En esta investigación se toma una muestra de 21 alumnos del grupo LGCH17 de la división económica administrativa de primer cuatrimestre de

la licenciatura de gestion de capital humano, de sexo indistinto mayores de edad, el grupo se compone de 5 hombres y 16 mujeres. La investigación se desarrollará en la Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro (UTEQ), ubicada en Av. Pie de la Cuesta en Santiago de Querétaro fue fundada el 5 septiembre de 1994.

La técnica o instrumento implementado en esta investigación en primer lugar es la observación para identificar las calificaciones de los estudiantes esto se hará mediante la observación de la lista de las calificaciones de los estudiantes. La observación es la base del conocimiento del mundo y de la actividad científica. Ella requiere atención enfocada en un objeto y la capacidad de discriminar diferencias entre los fenómenos. Se basa en la oposición estricta entre el sujeto (observador) y el objeto (percibido). Debe observarse sin ideas preconcebidas y el espíritu del observador debe ser pasivo, es decir, callarse y escuchar. El proceso de observación requiere un acto de atención que expande o enfoca la percepción en ciertos aspectos de lo que se está observando y el grado de atención puede variar. La observación tiene una connotación científica (López et al, 2019).

Luego de esto se utilizara el cuestionario TMMS-24, diseñado por Salovey, Mayer (1995), está basada en el Trait-Meta Mood Scale (TMMS) la escala original es una escala rasgo que evalúa el metaconocimiento de los estados emocionales que consta de 24 ítems, que permitirá medir la inteligencia emocional de los estudiantes. Se aplicará la prueba del test TMMS-24 (Escala Rasgo de Metaconocimiento Emocional), para el análisis y descripción de la Inteligencia Emocional. La prueba está levemente basada en el modelo original de Salovey y Mayer, puede considerarse la primera medida de la Inteligencia Emocional, en general, y de la Inteligencia Emocional Rasgo, en particular (Taramuel y Zapata, 2017). El cuestionario es un sistema de preguntas ordenadas con coherencia, con sentido lógico y psicológico, expresado con lenguaje sencillo y claro. Permite la recolección de datos a partir de las fuentes primarias (García, 2002).

Cuestionario-Trait Meta-Mood Scale (TMMS-24)

1. Presto mucha atención a los sentimientos.
2. Normalmente me preocupo mucho por lo que siento.
3. Normalmente dedico tiempo a pensar en mis emociones.
4. Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones y estado de ánimo.
5. Dejo que mis sentimientos afecten a mis pensamientos.
6. Pienso en mi estado de ánimo constantemente.
7. A menudo pienso en mis sentimientos.
8. Presto mucha atención a cómo me siento.
9. Tengo claro mis sentimientos.
10. Frecuentemente puedo definir mis sentimientos.
11. Casi siempre se cómo me siento
12. Normalmente conozco mis sentimientos sobre las personas.
13. A menudo me doy cuenta de mis sentimientos en diferentes situaciones.
14. Siempre puedo decir cómo me siento.
15. A veces puedo decir cuáles son mis emociones.
16. Puedo llegar a comprender mis sentimientos.
17. Aunque a veces me siento triste, suelo tener una visión optimista.
18. Aunque me sienta mal, procuro pensar en cosas agradables.
19. Cuando estoy triste, pienso en todos los placeres de la vida.
20. Intento tener pensamientos positivos aunque me sienta mal.
21. Si doy demasiadas vueltas a las cosas, complicándolas, trato de calmarme.
22. Me preocupo por tener buen estado de ánimo.

Resultados

La investigación está en tiempo con un porcentaje de cumplimiento del 75% de la investigación, está en el momento de la aplicación de las técnicas todavía no se tienen resultados aunque ya se describen cuales son.

Con el fin de responder la pregunta planteada en un inicio y cumplir el objetivo de esta investigación que es identificar la relación entre la inteligencia emocional y el rendimiento académico en estudiantes de primer cuatrimestre de la licenciatura en gestión de capital humano, se aplica el

cuestionario TMMS-24 que se divide en tres dimensiones:

-Atención emocional: Soy capaz de sentir y expresar los sentimientos de forma adecuada. Es decir; La atención emocional es la habilidad para captar e identificar las emociones propias y ajenas.

-Claridad de sentimientos: Comprendo bien mis estados emocionales, es decir; implica el conocimiento de las emociones, su combinación o progresión, y las transiciones entre unas emociones y otras.

-Reparación emocional: Soy capaz de regular los estados emocionales correctamente, en otras palabras; es la habilidad para modificar los estados emocionales y la evaluación que hacemos de las estrategias para modificarlos.

Se pretende sumar todos los factores del 1 al 8 para la dimensión de atención emocional, del 9 al 16 para la dimensión de claridad de sentimientos y del 17 al 24 para la dimensión de reparación emocional. En cada pregunta se debe dar una ponderación del 1 al 5, al sacar puntajes lo siguiente es poner una escala de alto, medio, bajo para saber qué nivel de inteligencia se tiene. Espera que en todas las disensiones se encuentren en un nivel medio, sin embargo la dimensión de claridad de sentimientos se considera que será el menor porcentaje.

Para obtener la relación y cumplir con el objetivo se establece que para medir el rendimiento académico se otorgue que para un promedio de 9 a 10 es nivel alto, de 8 a 9 medio, y de 7 a 8 bajo. Se espera obtener un porcentaje más alto en nivel medio.

Con los resultados anteriores se puede obtener la relación directa entre el nivel de inteligencia emocional y el rendimiento académico. Se espera obtener un porcentaje mayor en la relación de estudiantes con inteligencia y rendimiento académico bajo.

López (2008) realizó una investigación en la cual afirma que existe una relación positiva y altamente significativa entre la inteligencia emocional y el rendimiento académico.

Discusión y conclusiones

La investigación realizada en estudiantes de primer cuatrimestre de la licenciatura en Gestión de Capital Humano en la Universidad Tecnológica del estado de Querétaro, permite establecer la relación que hay entre la inteligencia emocional y el rendimiento académico mostrando la importancia sobre el saber reconocer y tener un manejo de las emociones.

En esta investigación se muestra la relación entre el rendimiento académico y la inteligencia emocional, ya que se logra mostrar, mediante la evaluación del nivel emocional y académico de los estudiantes entre más alto su nivel de inteligencia mejor son las notas de estos.

Los resultados arrojados por la investigación permitirán identificar si la inteligencia emocional influye de manera positiva o negativa, dando respuesta a la hipótesis planteada al inicio de esta investigación, según Bisquerra (2003) citado por Fernández y Montero (2015), el desarrollo de la inteligencia emocional no solo garantiza el bienestar personal sino que hace menos probable que personas se impliquen en comportamientos de riesgo como los conflictos, la violencia, el estrés, la depresión o el consumo de drogas.

Hay otros factores que influyen en el rendimiento académico ya sean del entorno social o familiar, que al final se ven reflejadas en sus notas de los estudiantes pero la inteligencia emocional juega un papel importante y se debe atribuir un valor a estas, es decir, se debe trabajar con las emociones desde el comienzo o inicios desde que somos pequeños y no dejar de trabajar en ellas.

Salovey y Mayer (1995), resaltan por encima del intelecto, la parte emocional, afirmando que si un ser no cuenta con habilidades emocionales, no le será fácil alcanzar logros académicos, donde se propicien verdaderos aprendizajes que sean para la vida; por tanto, para estos autores la inteligencia emocional tiene una relación significativa en el rendimiento académico, tal como lo arrojaron los datos de la presente investigación.

Referencias bibliográficas

Ain, N. U., Munir, M., Suneel, I. (2021). Papel de la inteligencia emocional y el coraje en la satisfacción con la vida.*Gamberro*, 7(4), e06829.https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06829

Almachi Chaquinga, E. M. (2022). La inteligencia emocional y desempeño académico en estudiantes universitarios de la carrera de Psicopedagogía de la Universidad Técnica de Ambato.

Bello, E. (2021). La inteligencia emocional de Daniel Goleman: qué es y cómo desarrollarla. *Pensar para la innovación*.https://www.iebschool.com/blog/liderazgo-inteligencia-emocional-coach-management/

Fuster Guillen, D. E. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y representaciones*, *7*(1), 201-229.

García, F. (2002).El cuestionario. Recuperado de: http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elcuestionario.pdf

García, O., Palacios, R. (1991). Factores condicionantes del aprendizaje en lógica matemática. Tesis para optar el Grado de Magister. Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.

Leal, A., & TUTORIAL, O. Y. A. (2011). La inteligencia emocional. *Digital Innovacion y experiencias educativas*, *39*, 1-12

López, C. E. (2005). La educación emocional en la educación infantil. *Revista interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *19*(3), 153-167.

López, M., & Gutiérrez, D. (2019). Inteligencia emocional y rendimiento académico. *Durango: Universidad Pedagógica de Durango. Obtenido de http://www. upd. edu. mx/PDF/Libros/InteligenciaEmocional. pdF*

López, O. (2008). La Inteligencia emocional y las estrategias de aprendizaje como predictores del rendimiento académico en estudiantes universitarios (tesis de maestría) Recuperada de: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/615/Lopez_mo.pdf?sequence=1

López Palma, A. E., Benítez Hurtado, X. G., Leon Ron, M. J., Maji Mozo, P. J., Dominguez Montoya, D. R., & Baez Quiñónez, D. F. (2019). La observación. Primer eslabón del método clínico. *Revista Cubana de Reumatología*, *21*(2).

Montoya, Y. A. C., Morán, D., & Cornejo, S. A. G. (2022). Análisis de la inteligencia emocional de los estudiantes universitarios en el aula de clases. Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara, 7.

Nejapa, Y. Y. T. (2023). Competencias emocionales y rendimiento académico en estudiantes universitarios. Salud Integral, 1(1), 5-12.

Quispe Avalos, A. M. (2023). Programa de inteligencia emocional y su influencia en el rendimiento académico de estudiantes de una Universidad Pública-Ica, 2023.

Rodríguez, M. F. (2013). La inteligencia emocional. *Revista de claseshistoria*, (7), 1.

Sabater, V., & Cuevas, G. S. (2017). *¿Qué es la Inteligencia Emocional?* La Mente es Maravillosa. https://lamenteesmaravillosa.com/daniel-goleman-teoria-la-inteligencia-emocional/

Sutil, C. R. (1998). Emoción y cognición. James, más de cien años después. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, 3-24.

Usán Supervía, P., y Salavera Bordás, C. (2019). El rendimiento escolar, la inteligencia emocional y el engagement académico en adolescentes.

Tariq, S., Tariq, S., Atta, K., Rehman, R., Ali, Z. (2020). Inteligencia emocional: un predictor del rendimiento académico de los estudiantes universitarios en condiciones de vida alteradas.*Paquete J con asociación, 70*(12(B)), 2398-2402.https://doi.org/10.47391/JPMA.429

Taramuel, V. A. y Víctor Hugo Zapata, A. V.H (2017). Aplicación del test TMMS-24 para el análisis y descripción de la Inteligencia Emocional considerando la influencia del sexo. Revista Publicando, 4 No 11. (1). 2017, 162-181. ISSN 1390-9304 recuperado https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/518/pdf_345

INTERESES LABORALES ENTRE LAS GENERACIONES BABY BOOMER Y Z

Autoría: Viridiana Guadalupe Ramírez Camacho
Asesor: Josué Huerta Maldonado
Afiliación: Universidad Tecnológica de Querétaro UTEQ

RESUMEN

Se comienza destacando que los Baby Boomers tienen más valor a la estabilidad laboral y la lealtad en los trabajos de largo plazo en una organización. La generación busca ascensos y desarrollos profesionales dentro de una sola empresa. Por otro lado, la generación Z se califica por su deseo de un empleo más flexible. Tienen preferencia por lugares de trabajo donde les permitan nuevas oportunidades de cambiar de empleo si surge algo mejor, se enfocan en actividades que les permitan tener un mejor desarrollo de habilidades. Este ensayo examina las diferencias de gustos hacia la tecnología. Los Baby Boomers frecuentemente se adaptan a la tecnología en el recorrido de sus carreras, mientras que la generación Z ha tenido la tecnología desde su nacimiento y es esencial para el trabajo de ellos. En ello se traduce en diferencias de la opción de herramientas digitales y en la manera en que estas dos generaciones son relacionadas con el trabajo. Además, el ensayo aborda equilibrio entre vida y trabajo. Ya que generalmente los Baby Boomers priorizan la dedicación a sus áreas de trabajo, mientras que la generación Z valora más una flexibilidad para poder desarrollarse en su vida personal, eso ayudando a influir en la toma de decisión de su lugar de trabajo. En resumen, se señala las diferencias de intereses laborales entre las generaciones que deben ser consideradas por las organizaciones para que los colaboradores se sientan atraídos por ella, tengan un mejor nivel de retención y sean eficaces para ambas.

Palabras clave: Baby Boomers, generación, intereses, retención, laboral, tecnología, trabajo.

ABSTRACT

It begins by highlighting that Baby Boomers place more value on job stability and loyalty in long-term jobs in an organization. The generation seeks promotions and professional development within a single company. On the other hand, Generation Z is qualified by their desire for more flexible employment. They have a preference for workplaces that allow them new opportunities to change jobs if something better arises, they focus on activities that allow them to have better skill development.

This essay examines the differences in tastes towards technology. Baby Boomers often adapt to technology throughout their careers, while Generation Z has had technology since birth and it is essential to their work. This translates into differences in the choice of digital tools and in the way in which these two generations are related to work.

Additionally, the essay addresses work-life balance. Since Baby Boomers generally prioritize dedication to their work areas, while Generation Z values more flexibility to be able to develop in their personal life, helping to influence decision-making in their workplace.

In summary, it points out the differences in work interests between generations that must be considered by organizations so that employees feel attracted to it, have a better level of retention and are effective for both.

Grammarly: Retention, differences, interests, generation, work, technology.

INTRODUCCIÓN

Durante los próximos cuatro meses se llevará a cabo un ensayo que tendrá como objetivo presentar la diferencia entre las generaciones Baby Boomers de la generación z, en la organización KI México, una empresa dedicada a la elaboración de piezas plásticas decorativas para el sector automotriz y de línea blanca.

“La generación Baby Boomers está formada por todas las personas que nacieron entre los años de 1946 y 1964 reciben el nombre Baby Boomers porque durante este período se incrementaron las tasas de natalidad” (Quiroa, 2022, párr 1).

Forman un grupo de poderosos consumidores con alto poder adquisitivo y hábitos de consumo exigente. En cuanto a la tecnología, esta generación vivió el nacimiento de nuevas tecnologías, las comunicaciones vía satélite. Es la generación que más ha sufrido cambios tecnológicos y se tuvieron que adaptar a ellos (Alberti, 2019, pág 22).

Es por ello por lo que, la generación de Baby Boomers se encuentra comprometida al trabajo, muestran una gran lealtad hacia sus colaboradores. La mayoría de ellos trabajaron en una sola empresa por toda su vida, lo que es notorio de un trabajo de compromiso a largo plazo, muestran ética, valores, responsabilidad y compromiso en sus áreas laborales.

La generación z también conocidos como centennials, se trata del grupo de personas que nació entre el año de 1995 y a principios de los años 2000. En general se caracterizan por tener interacción con la tecnología digital, internet y medios digitales desde una edad muy temprana (LW, 2023, párr 2).

Nos encontramos con una generación llena de conocimientos tecnológicos avanzados que con sus conocimientos y valores han dado paso a que haya avances tecnológicos en sus áreas de trabajo, perspectivas generalmente diferentes a las de todas las generaciones, balance en diferentes conocimientos ya que se encuentran muy curiosos a lo que los rodea. Tienen alta influencia en la sociedad actual, con sus conocimientos han hecho que diferentes leyes, maneras de hacer las cosas y objetivos cambien.

Se piensa que se contenga bastantes diferencias importantes en cuanto a sus preferencias en los puestos de trabajo, principalmente las diferencias de adaptación con la tecnología y una ética en el equilibrio de vida y trabajo entre las dos generaciones. Los conocimientos en el ámbito tecnológico de las generaciones anteriores serán menores en comparación con el de las nuevas generaciones. A su vez, de forma inevitable, la adaptación a nuevos elementos tecnológicos también será diferente. Sin embargo, existen otras fortalezas que pueden ser complementadas. La experiencia organizativa y el conocimiento acerca de cómo hacer las cosas, por ejemplo, son cuestiones que solo se aprenden con el tiempo. Es así que asuntos de liderazgo solo se pueden fortalecer en el campo de la práctica, y es allí en donde los años se convierten en una ventaja (Nextidea, 2023, párr 3, sig).

Las diferencias que se encuentran en los intereses laborales son más afectadas por factores como el uso de tecnología en el área de trabajo, el cambio que ha tenido en la economía, el mercado laboral, así como las cambiantes expectativas culturales y sociales que se están optando en el trabajo. Para poder entender estas diferencias generacionales es importante para que las organizaciones puedan adaptar diferentes estrategias de gestión del talento humano, políticas laborales y programas para el desarrollo profesional así poder llegar a una satisfacción en las necesidades y expectativas que van cambiando de ambas generaciones además de poder generar un mejor ambiente laboral que sea productivo, pero a su vez equitativo.

Juntar estas dos generaciones en la organización nos puede llevar a tener avances en diferentes áreas laborales, pues mientras la generación baby boomer se centré en cumplir con objetivos con un proceso establecido, cumpla con el manejo de ética con las jerarquías y tenga un gusto por mantener un control. La generación Z se va a centrar por la búsqueda de un mejor método tecnológico, realizar procesos más rápidos, tener un ambiente laboral bueno, que eso es importante en las organizaciones.

Son personas apegadas a la puntualidad, cumplir con las tareas, pendientes y proyectos, así como son responsables de todos sus roles que tienen en el trabajo, tienen identidad dependiente a su puesto de trabajo y a sus carreras realizadas, no les gusta cambiar de un estilo de proceso. Tienden a invertir la mayoría de su tiempo a los proyectos laborales, por apego a su compromiso laboral suelen no realizar actividades fuera de sus organizaciones a menos que sea dentro de sus descansos de jornada, los baby boomers cuentan con gran experiencia en sus ramos laborales por el tiempo que duran en sus puestos. Tienen gran permanencia en sus organizaciones, buscando una retribución para un largo plazo cuando cumplan con que se realice un retiro.

En cierta parte esto les da un punto clave en sus organizaciones, ya que las empresas suelen tomarlos por su gran expertis en las áreas laborales.

Nos encontramos con una generación llena de conocimientos tecnológicos avanzados que con sus

conocimientos y valores han dado paso a que haya avances tecnológicos en sus áreas de trabajo, perspectivas generalmente diferentes a las de todas las generaciones, balance en diferentes conocimientos ya que se encuentran muy curiosos a lo que los rodea. Tienen alta influencia en la sociedad actual, con sus conocimientos han hecho que diferentes leyes, maneras de hacer las cosas y objetivos cambien.

"En concreto, la Generación Z espera que las empresas donde trabajan les ofrezcan flexibilidad laboral y les permitan compaginar su vida a todos los niveles: laboral, familiar y personal" (Rodríguez et al, 2021, pág 8). Una de sus características más marcadas es su alto conocimiento de las tecnologías, el manejo de redes y aparatos electrónicos como si la generación naciera con ella. No es necesario que tengan conocimientos previos ya que algunas técnicas ya las tienen en sus procesos. Nacidos en una sociedad donde la tecnología ya muestra una necesidad en todos los procesos, incluso de nuestra vida cotidiana. Esta gran importancia en la tecnología da lugar a la comunicación puesto que encuentran de manera más sencilla realizar una comunicación por medios digitales a realizar una comunicación personal, sus relaciones sociales tienen gran impacto en el mundo digital, para ellos es sumamente importante mantenerse conectados cambiando su forma de que se relacionen y expresen. Sin embargo, la Generación Z no sólo es simplemente apegada a las pantallas y a lo digital. Son fundamentales en el activismo y una conciencia social más amplia, les gusta estar cerca de las cosas que cuenten con una causa. Buscan fuertemente por cuestiones sociales como la igualdad de género, la justicia racial y el medio ambiente. Las redes sociales son una herramienta que brinda a la generación diferentes plataformas para poder externar sus opiniones y hacer que sociedades muevan por un cambio en el mundo y sus características.

Con el ensayo daremos respuesta a las diferencias que se encuentran en las generaciones, principalmente estas dos que tienen a tener más impacto en las organizaciones. Una de ellas comenzando a salir de ellas y la otra iniciando con la vida laboral.

La importancia y pertinencia d este tema radica en que Al realizar un ensayo que contenga información respecto a diferencias de intereses en el ámbito laboral es importante pues mantiene una comprensión más profunda de lo que mantiene a un colaborador estable a su trabajo.

En este ensayo se presenta la comprensión dinámica con la que se caracteriza a las generaciones, el diferente gusto por un área de trabajo, ayudando a la toma decisiones estratégicas en las organizaciones; las empresas se enfrentan a desafíos laborales para que sus estrategias, políticas y prácticas sean adaptables a las diferentes generaciones.

Fomentar una comunicación y colaboración efectiva entre las generaciones es crucial para evitar conflictos entre las generaciones, los baby boomers tienen una ideología completamente diferente a la generación Z y para que se construya un ambiente de trabajo cómodo se debe de estudiar la diferencia de intereses. Algunas investigaciones previas han concluido como lo es Alberti 2020 identifica la motivación laboral y personal de los Baby Boomers en comparación con la motivación laboral y personal de los Millenians. de las organizaciones estén actualizados sobres las necesidades de las personas. Apoyando a mi investigación en el tema de marcar la motivación en la generación que ha sido de mi estudio, los baby boomers así logrando entender que los gustos que tiene esta población son completamente diferentes a los de la generación Z.

En 2021 Rodríguez et al en su estudio ¿Cómo fidelizo a la Generación Z en mi empresa? expone determinar las acciones de Employer Branding necesarias para aumentar la lealtad de la Generación Z hacia su empresa/organización de ella, con ella apoyando mi investigación funciono para las necesidades que se encuentran y se centran en la generación Z como podemos generar un ambiente más extenso de confianza con esta generación, que es lo que los mantiene fieles con las organizaciones

la teoria espitemologica que sustenta el trabajo es

Generación Z: La generación Z es el grupo de personas nacidas a finales de la década de 1990 e inicio de los 2000 (1995-2000), y que tienen la peculiaridad de estar familiarizadas con el uso de la tecnología digital, internet y los medios sociales desde una edad muy temprana (Question, 2023, párr 3).

Baby Boomers: Se habla de un baby boom cuando en un periodo de tiempo se produce un incremento notable de la natalidad. En este sentido, el baby boom más conocido en la historia reciente es el que se produjo en el mundo, especialmente en los países del mundo anglosajón, desde el fin de la Segunda Guerra Mundial hasta 1965 aproximadamente. De esta manera, la generación de personas nacidas en esta etapa es conocida como baby boomer. En el año 2017 la generación baby boomer tiene una edad comprendida entre los 52 y los 72 años (Navarro, 2017, párr 1).

Intereses laborales: Son aquellas ideas que permiten determinar con facilidad en qué área le gustaría a una persona trabajar. Comprender qué son los intereses profesionales y tomar la decisión respectiva es un acto que depende de cada individuo dado que se trata de gustos, de intereses, de destrezas y de inclinaciones. Los intereses profesionales, son ese conjunto de inclinaciones vocacionales que permiten a una persona la clara identificación con lo que le gusta o gustaría hacer en el ámbito profesional (Euroinnova Formación, 2023, párr 1).

Tecnología: "La tecnología es la aplicación coordinada de un conjunto de conocimientos (ciencia) y habilidades (técnica) con el fin de crear una solución (tecnológica) que permita al ser humano satisfacer sus necesidades o resolver sus problemas" (Areatecnologica, 2023, párr 1).

La generación Z se encuentra en sus primeros años laborales, ya que son una población que apenas está teniendo acercamiento a la vida laboral. Muchos de ellos están egresando de la universidad. Están empezando su propio camino, incluso algunos de ellos se están enfocando en crear sus propios negocios.

"Aunque muchos en la generación Z están ganando sus primeros cheques, ingresando a la universidad o simplemente incorporándose a la fuerza laboral, los estudios muestran que la generación compra de manera muy diferente a su predecesora millennial" (Silva, 2023, párr 2).

La generación Z al ingresar a sus nuevas organizaciones a trabajar, tienen ideas diferentes a la generación que va antes de ellos los millenial, pues se encuentran con diferentes ideas y son más apegados a las tecnologías

En la investigación es servicial pues aclara que la generación Z se está adentrando a la vida laboral de poco a poco, que tiene un acercamiento aún muy fresco de lo que es la vida laboral y sus ideas son diferentes a la de otras generaciones.

Tener en cuenta los intereses laborales ayuda a que las organizaciones tengan un mejor acercamiento a sus colaboradores, da una idea más clara de que se les puede ofrecer y darles un ambiente laboral que mejore a las organizaciones

Conocer esta tendencia ayudaría a las empresas a reorientar esta parte de su gestión para adelantarse al futuro próximo y plantear retos y cambios sin dilatarlos en el tiempo. Hay que ser capaces de adelantarse a los cambios que no cesan. Se debe abrir la mente y escuchar el entorno, para conocer las necesidades de los equipos del futuro, y así adaptarnos para que sea más sencillo alinearlos con los objetivos de nuestra organización (Robles, 2022, pág 4).

Esto nos da a una abertura más grande de que debemos adaptarnos para que las organizaciones se empiecen a mejorar en todos los aspectos y se encuentren preparadas para los cambios que esta debe de tener.

En nuestra investigación es importante pues nos explica más claramente que la organización debe tener avances tecnológicos y también debe tener a las generaciones cómodas con las necesidades que cada una requieran.

Las diferencias generacionales reflejan diversidades en los valores y maneras de pensar de un lugar de trabajo. Conforme han pasado los años, se han dado diferentes generaciones y con ello ha cambiado la tecnología y sociedades.

Estos cambios han sido más significativos y visibles entre las generaciones Baby Boomer y la generación Z, pues es abismal todo lo que ha ocurrido en distintas fechas, mientras una generación esta ya por salir de los lugares laborales otra se encuentra ingresando. Teniendo impacto entre ellas por la propia perspectiva que genera cada una.

Así como ocurre en múltiples espacios de la vida, la diferencia entre las distintas generaciones es un asunto que se puede identificar fácilmente en el ámbito laboral. Con el paso de los años y el avance de las tecnologías, cada generación fue absorbiendo los rasgos de su época y aprendiendo a vivir con ello. Es

por eso que, al tener que enfrentar una situación, las formas que tienen de hacerlo los baby boomers no es la misma que la de los millennials (Nextidea, 2023, párr 1).
Las diferencias que tienen las generaciones son claras en las organizaciones, por los gustos tecnológicos. Y la diferencia de ideas y cambios en sus experiencias.

MÉTODO

La investigación-acción se relaciona con los problemas prácticos cotidianos experimentados por los profesores, en vez de con los "problemas teóricos" definidos por los investigadores puros en el entorno de una disciplina del saber. Puede ser desarrollada por los mismos profesores o por alguien a quien ellos se lo encarguen. 2. El propósito de la investigación-acción consiste en profundizar la comprensión del profesor (diagnóstico) de su problema. Por tanto, adopta una postura exploratoria frente a cualesquiera definiciones iniciales de su propia situación que el profesor pueda mantener. Esta comprensión no impone ninguna respuesta específica, sino que indica, de manera más general, el tipo de respuesta adecuada. La comprensión no determina la acción adecuada, aunque la acción adecuada deba fundarse en la comprensión. 3. La investigación-acción adopta una postura teórica según la cual la acción emprendida para cambiar la situación se suspende temporalmente hasta conseguir una comprensión más profunda del problema práctico en cuestión. 4. Al explicar "lo que sucede", la investigación-acción construye un "guion" sobre el hecho en cuestión, relacionándolo con un contexto de contingencias mutuamente interdependientes, o sea, hechos que se agrupan porque la ocurrencia de uno depende de la aparición de los demás. Este "guion" se denomina a veces "estudio de casos". La forma de explicación utilizada en los estudios de casos es naturalista en vez de formalista. Las relaciones se "iluminan" mediante la descripción concreta, en vez de a través de enunciados de leyes causales y de correlaciones estadísticas. Los estudios de casos proporcionan una teoría de la situación, pero se trata de una teoría naturalista presentada de forma narrativa, en lugar de una teoría formal enunciada de forma proporcional. 5. La investigación-acción interpreta "lo que ocurre" desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan en la situación problema, por ejemplo, profesores y alumnos, profesores y director (Elliot, 200, Pág 5).
Será una investigación que nos ayudara a desarrollar un tema a partir de nosotros realizar las investigaciones desde un puesto practico, realizar y estar dentro de las situaciones, además de que no necesitan de respuestas específicas, es más una respuesta general de las preguntas.
Debe ser más comprendida para no hacer determinaciones de lo que debe de ser, debe ser más ligera, a pesar de esto busca ser tener una respuesta. Pues no puede dejarse lejos de las cosas, debe tener en claro lo que se debe contestar, no saliéndose del tema.
Debe relacionarse con un contexto especifico, es decir no dejarlo a la ligera de que se puede contestar cualquier cosa, si no que se debe tener en cuenta que se está explicando y sobre qué tema se está hablando.
Como la investigación-acción contempla los problemas desde el punto de vista de quienes están implicados en ellos, sólo puede ser válida a través del diálogo libre de trabas con ellos. La investigación-acción implica necesariamente a los participantes en el autorreflexión sobre su situación, en cuanto compañeros activos en la investigación. Los relatos de los diálogos con los participantes acerca de las interpretaciones y explicaciones que surgen de la investigación deben formar parte de cualquier informe de investigación-acción ((Elliot, 200, Pág 6).
Siempre se hablará desde el punto de vista, desde lo que alguien cree, lo que es importante para mi investigación ya que se está trabajando en entender los diferentes intereses que se tiene en las organizaciones y como se puede realizar una mezcla de ellos para un mejor ambiente laboral. Buscando mejorar relaciones entre colaboradores sin importar a la generación a la que pertenezca.
Además de contar con una participación activa, los participantes que se encuentren en este punto, no sólo se tiene una aportación por parte de quien la realiza si no de quienes van a colaborar como objeto de estudio, ellos van aportar conocimientos y experiencias para desarrollar una investigación más llena de experiencias, permite que todas las personas participen, pregunten y desarrollen actividades para conocer diferentes puntos. Cuenta con un contexto real donde los colaboradores van a contar con sus

prácticas y lo que ellos han aprendido a lo largo de su vida y estancia laboral.

Es importante también para la investigación ya que uno de sus objetivos principales es encontrar una mejora a un cambio y lo que se busca es la adaptabilidad de nuevas ideas generacionales y sus ideologías. Generar un ambiente que contenga una retroalimentación de distintas decisiones y pensamientos ayudará a una organización a tener un mejor aprovechamiento de sus recursos, pues podrá agregar recursos tecnológicos para las generaciones que los requieran y estabilidad para aquellas que les apetece permanecer en una organización que le genere un ambiente de vista a futuro.

Cuenta con flexibilidad, permitiendo obtener estrategias que al ir armando este método puede realizar diferentes ideas estratégicas que deba de adoptar la organización, para que se aborde de manera efectiva y con respuesta al problema generacional al cual se enfrenta.

Tiene un ambiente de soluciones prácticas y promueven información una investigación y un aprendizaje continuo.

TÉCNICAS

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. (Casas, 2003, pág 143).

Una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar (Casas, 2003, pág 143).

Utilizamos este método pues se busca encontrar los intereses de las personas para mejorar el ambiente laboral. Y buscar una técnica como la de las encuestas nos hará realizar un proceso más explicado. Además de que, al tener contacto con las personas en mi organización, será más sencillo acercarme para aplicar este tipo de técnica para que así recopile información. Otra técnica utilizada para la investigación será la de entrevista, Ortí12 considera a la entrevista un dialogo que desarrollan dos personas, que se caracteriza por un intercambio de conocimiento por parte del entrevistado al especialista. Dean Hammer y Aaron Wildausky añaden que es "Cuando un reportero o un historiador entrevista a un testimonio que participó en los acontecimientos que se estudian, o un científico social intenta comprender un proceso hablando con las personas que estuvieron implicadas en él. Por ello entendemos la entrevista como un método de diálogo entre dos personas: un informante y un investigador, que con un guion establecido busca de una forma más o menos estructurada la consecución de informaciones que ayuden a realizar la investigación o el proyecto que se esté ejecutando (San Vicente, 2010, pág 20).

Estas serán aplicadas en mi investigación para tener respuestas cerradas respecto al tema que se va a indagar, consiguiendo una idea más centrada de los intereses que tienen entre las generaciones. También obteniendo un trabajo más dinámico con las personas y mostrando un interés respecto a sus respuestas, para que ellos tengan ideas más específicas de lo que se desarrolla en el tema.

Tiene una exploración de ideas directa, es decir que se tiene una interacción más directa con el personal que es entrevistado, se revisan sus habilidades que tenga y los conocimientos del tema. Será un método que nos ayude a recolectar datos para una investigación de una forma conversacional. La información que se obtiene es detallada, nos permite obtener información detallada y profunda. Pueden expresar además sentimientos y eso hará que sea verídica la información obtenida. Podemos realizar preguntas con seguimiento es decir que de lo que las personas nos vayan comentando podemos recopilar con diferentes preguntas, eso ayudara a comprender más temas.

Permiten conocimientos tanto psicológicos como sociológicos creando un ambiente de desarrollo entre la persona que va a entrevistar como en la persona que está tomando la entrevista, además que ayudara a tener una mejor explicación sobre las creencias que se tienen.

En las entrevistas debemos adjuntar preguntas cerradas y abiertas, las preguntas cerradas nos ayudarán a tener una respuesta clave para nuestra investigación, mientras que las respuestas abiertas

podrán ser más participativas para entrar más en contexto y en un ambiente relajado.
Juntando ambas técnicas desarrolla una investigación de clara y concisa donde se obtenga un ambiente relajado para obtener mayor respuesta.
Una entrevista será parte de un testimonio que podrá desarrollar respuestas por parte de quien participe en dichas actividades.
Recopilan información directa y al ser de contestadas por las fuentes estudiadas tendrán más aporte verídico, se puede profundizar y explorar más de fondo sobre los temas que requieren ser estudiados, pueden dar temas de seguimiento y dan comprensión total a un tema.
Al ser un estudio para diversas personas se tiene diferentes respuestas y perspectivas sobre el tema a estudiar permitiendo que sea más extenso el resultado, con diferentes ideas de para mejorar en diferentes aspectos.
Los datos que se presentan son cualitativos, con experiencias, opiniones e ideas, los cuales aportan dimensiones más humanas apegadas a la preocupación por la adaptabilidad de las personas.
Se deben realizar de manera ética y profesional puesto que las personas a las cuales se les debe de entrevistar se deben de sentir cómodas y seguras para externar sus comentarios.
Dado esto, en la investigación es de total ayuda porque se obtendrá un acercamiento más concreto el tema estudiado, contando narrativas de las personas a estudiar y que se cuente con la libertad de contestar lo que les interese más de una organización.

CONCLUSIONES

Con ello comprendemos que los intereses laborales entre las generaciones Baby Boomers y generación Z son abismales, nos encontramos con personas de diferentes edades con gustos e ideologías totalmente diferentes. Estas diferencias en los intereses generan desafíos para las organizaciones. Buscan atraer, adaptar y retener a los colaboradores.
El impacto que se tiene en las organizaciones se centra en tecnología, mientras que los Baby Boomers apenas empezaron a crecer con el inicio de la era digital, por otro lado, la generación Z es nacida en una era digital completamente directa y busca siempre modernizarse más.
Las organizaciones se encuentran en un completo desafío de encontrar una forma en que las fortalezas de las dos generaciones.
La generación Baby Boomer aportan su experiencia y conocimientos más claros mientras que la Generación Z busca una innovación y flexibilidad de vida y trabajo.
En ambas generaciones se debe reconocer el profesionalismo para que se sientan atraídos a la organización y demuestren una experiencia en sus áreas. Las organizaciones deben tener la facilidad de que sus colaboradores dejen ser unos expertos en sus áreas. También deben de apoyar en las políticas y que cada persona debe de interactuar como organización y su cultura organizacional. Prosperar en el mundo laboral se basará en que las organizaciones y quienes la conforman tengan una evolución constante en sus procesos e ideologías. La gestión de diferencias que se encuentran en las generaciones no deben ser motivo de estereotipos los cuales generen separaciones entre las personas que conforman las organizaciones, pues puede ser causa de un ambiente laboral difícil. Se debe reconocer la diversidad de cada generación y adaptar a las necesidades que cuenta cada una, los líderes de las organizaciones deben desempeñar un papel fundamental para tener una comprensión mutua y que se promueva la inclusión en las organizaciones.
La capacitación constante de diversos temas sobre todo de los que se están generando en la actualidad, que hagan crecer en todos los aspectos a las generaciones , en último el estudio de diferencias laborales y la gestión de este debe ser un proceso equilibrado, reconocer que se cuenta con diferentes generaciones pero a su vez que existen similitudes entre generaciones promoverá una cultura que contenga respeto, colaboración por parte de todas las personas que conforman la organización, un entorno saludable que ayude para mejorar todos los procesos laborales así como adopción de técnicas para hacerlos de forma más sencilla.
Donde genere productividad que haga crecer a las empresas.
Nos encontramos en un mundo laboral que se encuentra avanzando y cada vez más agrega diferentes generaciones en ellas, el entender a cada una de ellas hará llegar a un éxito empresarial a largo

plazo que posicione a la organización entre las mejores.

Y también enriquecerá en diferencia de ideas, para que cada colaborador cuente con ideas de mejora continua, los Baby Boomers agregando sus conocimientos que han generado a lo largo de los años, experiencias que han tenido en conjunto de la generación Z que es apegada a las tecnologías a adoptar un ambiente laboral flexible que deje que cada persona tenga su espacio y libertad de aportar ideas. Entre ambas se puede obtener una organización llena de conocimientos y así como una generación debe de aprender de otra también se debe de generar respeto entre ellas. Estudiar estas dos poblaciones es crucial para cualquier organización y en conjunto con las demás generaciones pueden hacer crecer ampliamente a la organización que ha sido punto de estudio. El desarrollo de las personas es importante y aplicar diferentes maneras para evaluar el desempeño de las generaciones es importante, pues cada una tendrá la idea y conocimientos en el ámbito con el que se sientan identificados.

Un desarrollo sano en las organizaciones será notorio pues se verá como las generaciones se sientan adaptadas en todos los aspectos. Con esta investigación conocimos un poco más de las diferentes generaciones y como se van a ir adentrado más, sin duda todas las organizaciones deben de estar en constante evolución para que puedan crecer más. No es complicado entender a las diferentes generaciones, es cuestión de acercarse a cada persona para poder identificar sus necesidades y que cada generación pueda comprender su papel que tiene, no poner tareas que alguna de las generaciones no pueda atender y si se les dan estas tareas se les debe explicar a cada una en conforme a sus necesidades de entendimiento y desarrollo. Aún quedan en las organizaciones varia población de baby boomers es por ello que deben seguir teniendo un ambiente apegado a las ideologías que se tenían en el pasado pero estar abiertos a las nuevas ideas de las generaciones que se van adentrando a las organizaciones como lo son la generación Z que se adentra con nuevas ideas tecnológicas, idead de inteligencias artificiales y de flexibilidad para desarrollar tareas laborales desde casa, además de ideas de un ambiente de organizaciones diversas.

BIBLIOGRAFÍA

Quiroa, M. (2022). Generación baby boomers. *Economipedia*. https://economipedia.com/definiciones/generacion-baby-boomers.html

Nahir Alberti, A., Godoy. (2019). *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA MOTIVACIÓN EN LA VIDA LABORAL Y PERSONAL DE LOS BABY BOOMERS CON LA VIDA LABORAL Y PERSONAL DE LOS MILLENNIALS* [Tesis final]. UNIVERSIDAD JUAN AGUSTIN MAZA.

Lw. (2023, 3 abril). ¿Cuál es la generación Z? Características y qué años abarca

. Marca México. https://www.marca.com/mx/actualidad/2023/04/03/642b1c6046163fb5578b469b.html

4u, N. I. (s. f.). *Trabajo en equipo: la cooperación entre baby boomers y millennials*. https://www.nextidea4u.com/news/272-trabajo-en-equipo-la-cooperacion-entre-baby-boomers-y-millennials

Alberti Godoy, A. (2020). Estudio comparativo entre la motivación en la vida laboral y personal los Baby Boomers con la vida personal y laboral de los millennians.

Alfaro, R. C. A. (2021). *Tendencias de la taxonomía de generaciones en el ámbito laboral: un análisis bibliométrico*. https://www.redalyc.org/journal/6722/672271870009/html/

Silva, L. (2023, 20 enero). Generación Z: características y hábitos de consumo. *HubSpot*. https://blog.hubspot.es/marketing/generacion-z

Robles, M., Perelétegui. (2022). *Estilos de liderazgo. Adaptación a la generación z* [Trabajo finde grado]. Universidad de Valladolid.

Rodríguez, Y., Arenas, & Leiva, P., Galindo. (2021). *¿Cómo fidelizo a la generación Z en mi empresa?* [Trabajo Final de Grado]. Universitat Pompeu Fabra.

QuestionPro, C. (2023). Generación Z: Todo lo que necesitas saber de ellos. *QuestionPro*. https://www.questionpro.com/blog/es/generacion-z/

Navarro, J. (julio, 2017). *Definición de Baby Boomer*. DefiniciónABC. Desde https://www.definicionabc.com/historia/baby-boomer.php

Euroinnova Formación. (2023). Blogs educativos primaria. *Euroinnova Business School*. https://www.euroinnova.mx/blog/que-son-los-intereses-profesionales

https://www.areatecnologia.com. (s. f.). Que es la tecnologia. Definiciónes explicación El proceso tecnológico aprende facil. https://www.areatecnologia.com/que-es-tecnologia.html

Elliot, J. (s. f.). La investigación-acción en educación (4.a ed.). Morata, S. L.

Casas Anguita. (s. f.). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos.

San Vicente Vicente, J. (s. f.). GUÍA BÁSICA PARA EL CONOCIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN ETNOGRÁFICA.

Universitarios que trabajan y su rendimiento escolar con respecto a los que no trabajan

Resumen

El trabajo puede ser una experiencia positiva para los estudiantes universitarios, pero es importante que los estudiantes tengan en cuenta el impacto que puede tener en su rendimiento académico. El impacto del trabajo en el rendimiento académico de los universitarios depende de una serie de factores, como la cantidad de horas que trabajan, el tipo de trabajo que realizan y sus habilidades de gestión del tiempo. Los estudiantes que trabajan deben ser conscientes de los posibles efectos negativos del trabajo en su rendimiento académico y tomar medidas para mitigarlos además los estudiantes que trabajan deben establecer prioridades, planificar su tiempo y buscar apoyo para que puedan tener éxito tanto en la escuela como en el trabajo. ay diferentes puntos de vista sobre cómo el trabajo mientras se estudia puede afectar el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Algunos argumentan que trabajar puede proporcionar experiencia valiosa y habilidades prácticas, mientras que otros sugieren que puede distraer a los estudiantes de sus estudios. Es importante considerar las circunstancias individuales de cada estudiante y cómo equilibran sus responsabilidades laborales y académicas. (***rendimiento, factores, investigación, estudiantes, labora***l).

Abstract: Job can be a positive experience for college students, but it's important for students to consider the impact it can have on their academic performance. The impact of have a job on the academic performance of college students depends on a variety of factors, such as the number of hours they work, the type of work they do, and their time management skills. Students who work should be aware of the potential negative effects of work on their academic performance and take steps to mitigate them. Additionally, working students should establish priorities, plan their time, and seek support so they can succeed both in school and at work. There are different viewpoints on how working while studying can affect the academic performance of college students. Some argue that work can provide valuable experience and practical skills, while others suggest that it can distract students from their studies. It's important to consider the individual circumstances of each student and how they balance their work and academic responsibilities. (performance, factors, research, students, employment).

Los trabajos a tiempo parcial se han convertido en una parte común de la vida universitaria para muchos estudiantes. Estos trabajos proporcionan una oportunidad para ganar dinero extra, adquirir experiencia laboral y desarrollar habilidades profesionales mientras se estudia. Sin embargo, también plantean interrogantes sobre cómo afectan al rendimiento académico de los estudiantes. En este artículo, exploraremos el impacto de los trabajos a tiempo parcial en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, analizando factores que influyen en este impacto y proporcionando estrategias para equilibrar estos empleos con las responsabilidades académicas.

Los actores principales serán los estudiantes de los grupos LGCH16, LGCH17 Y
LGCH18 de licenciatura en gestión del capital humano de la universidad tecnológica
de Querétaro (UTEQ). El presente proyecto se llevará a cabo dentro de la universidad tecnológica de Querétaro en el edifico C ya que dentro de este se encuentran los involucrados,
donde los escenarios serán los siguientes:
Área de trabajo: oficinas, máquinas de operación, atención al cliente, entre otros
trabajos. Analizar cómo es que estos escenarios están influyendo en la vida diaria

de los alumnos, tomando en cuenta factores como la alimentación que llevan, el
estrés laboral y académico, las horas que trabajan a la semana y otros factores que
se presenten. Los estudiantes trabajadores desafían la representación social tradicional de los
jóvenes que se dedican únicamente a actividades académicas ya que también
cumplen con responsabilidades laborales y no tienen una vida universitaria plena;
por lo tanto, se supone que se ejerce simultáneamente una condición dual, casi la
mitad de los estudiantes universitarios tienen empleos formales o informales, sin
diferencias significativas entre hombres y mujeres.
Los grupos de LGCH 16, 17 y 18 cursan actualmente el primer cuatrimestre de licenciatura en gestión del capital humano ubicados en el edificio C de la universidad tecnológica de Querétaro mejor conocida como UTEQ , dichos alumnos van concluyendo la etapa de estadías que se realizaron dentro de algunas empresas, algunos de los alumnos fueron contratados por las empresas mientras que otros para solventar sus gastos buscaron empleos de medio tiempo, al igual otros decidieron solo estudiar y darse tiempo libre para realizar sus actividades diarias, estas actividades pudiesen ser factores tanto positivos como negativos para el desempeño escolar de los alumnos. El presente trabajo se realizará en los alumnos de licenciatura gestión del capital humano generación 2023-2025 en los cuales su rango de edad va de los 19 – 38 años.

Objetivo general:

Identificar las principales dificultades a las que se enfrentan los estudiantes a la hora de estudiar y trabajar, al igual que el rendimiento escolar que estos tienen.

Objetivos específicos:

- Comprender las principales dificultades que enfrentan los estudiantes a la
hora de estudiar y trabajar mediante una encuesta.
- Descubrir qué estrategias han utilizado otros estudiantes para mejorar su
rendimiento académico mientras trabajan.
- Desarrollar estrategias para mejorar el rendimiento académico de los
estudiantes que estudian y trabajan.
- Analizar si estos están alimentándose, durmiendo y ejercitándose de una
forma adecuada.

Pregunta General

La pregunta central que orienta el presente trabajo es: ¿Los estudiantes que
estudian y trabajan tienen el mismo rendimiento escolar que los otros?

Preguntas especificas

¿Los estudiantes tienen dificultadas en su vida laboral y académica?, ¿utilizan estrategias para el mejoramiento académico y laboral?, ¿Existen estrategias de mejoramiento?, ¿están teniendo una salud integral adecuada?

Hipótesis general

Los estudiantes universitarios que trabajan suelen tener menos rendimiento escolar que los estudiantes que no trabajan, los estudiantes que trabajan son responsables y tienen la motivación y el compromiso necesarios para equilibrar sus estudios y su trabajo, también se debe a que los estudiantes que trabajan suelen tener un horario fijo, lo que les permite organizar el tiempo de estudio y trabajo de manera eficiente.

Hipótesis especifica

- Conocen estrategias para el mejoramiento académico Entre toda la población de estudiantes que están cursando el primer cuatrimestre de licenciatura en gestión del capital humano, pueden existir alumnos que ya cuenten con estrategias que utilicen para sobrellevar el ámbito laboral y académico, para esto se recaudaran las mejores estrategias para mejorarlas.

- No cuentan con estrategias Se investigarán estrategias en distintas fuentes confiables para realizar una clasificación de las mejores, prosiguiendo a mejorarlas y plantearlas de una forma atractiva que se pueda ser utilizada por los jóvenes.

- Tienen vida saludable La mayor parte de los estudiantes que trabajan no se está alimentando de forma adecuada además las horas que estos duermen son menos de 8 horas, mientras que los estudiantes que no trabajan muestran un mayor índice de salud adecuada, por no mencionar que estos cuentan con tiempo de más para pasarlo con amigos, parejas y familia.

Premisa

Los estudiantes que trabajan tienen un mayor desempeño laboral cuentan con una mayor posibilidad que al terminar sus estudios tengan un trabajo estable en donde cuenten con un sueldo favorable, más sin embargo son más propensos a sufrir de enfermedades alimenticias y tener una vida social muy reducida por el poco tiempo libre, por lo que puede afectar académicamente su desempeño a comparación de los estudiantes que no trabajan y tienen más tiempo de realizar actividades académicas, es importante encontrar los principales factores y proponer estrategias a aplicar.
El presente proyecto tendrá una duración de 4 meses (Septiembre – Diciembre) en el cual se divide en dos etapas, en la primera etapa se realizará en un periodo de Septiembre – Octubre.

Teoría

Las investigaciones sobre el impacto del trabajo en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios han arrojado resultados dispares. Algunos estudios sugieren que trabajar demasiadas horas puede tener un efecto negativo en el promedio académico de un estudiante, mientras que otros sostienen que trabajar un promedio de horas puede mejorar las habilidades de gestión del tiempo y conducir a un promedio académico ligeramente superior. El efecto del trabajo en el rendimiento académico es un tema de debate permanente entre los expertos. Sin embargo, en general se aconseja que los estudiantes universitarios a tiempo completo no trabajen más de 20 horas semanales para evitar efectos perjudiciales en sus estudios. Por otra parte, se ha comprobado que el trabajo a tiempo parcial de hasta 15 horas semanales mejora la capacidad de gestión del tiempo y repercute positivamente en el rendimiento académico.
Crisp, G., & Nora, A. (2010). Mencionan que La razón más común por la que los estudiantes trabajan es la motivación financiera. Los estudiantes trabajan para pagar la matrícula, los libros, el transporte, el alojamiento y la comida. Las familias a menudo no pueden cubrir el costo total de la educación, por lo que los estudiantes deben trabajar para cubrir costos que sus familias no pueden afrontar. El saber las razones por las cuales algunos universitarios deciden trabajar es importante para este proyecto debido a que con esto se podrá comprender mejor las necesidades y desafíos de los estudiantes, al conocer los motivos que llevan a los estudiantes a trabajar, se puede comprender mejor las presiones y desafíos que enfrentan en su vida académica y personal. Esto puede ayudar a los profesores, asesores y otros profesionales a brindarles apoyo y recursos adecuados.
Además, Alonso, Gallego, & Honey (1997). Define que el rendimiento académico es un término complejo y puede definirse de muchas maneras. El rendimiento académico generalmente se refiere al desempeño de un estudiante en el campo de la educación. Este desempeño se puede evaluar de diversas formas, incluidas calificaciones, exámenes, actividades académicas y extracurriculares. Es importante saber que rendimiento académico puede ser un indicador de que un estudiante necesita apoyo adicional. Al identificar a los estudiantes con bajo rendimiento, se puede brindarles el apoyo que necesitan para tener éxito.
Mientras que Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Menciona que El burnout es un síndrome de estrés crónico relacionado con el trabajo que se caracteriza por tres aspectos principales: agotamiento emocional, despersonalización y disminución del rendimiento. Los estudiantes universitarios pueden tomar medidas para prevenir el síndrome de burnout, como establecer límites saludables entre el trabajo y el estudio, cuidar su salud física y mental, y buscar apoyo social.

De igual manera Bowman, N. A., Brand, J. E., & Pearlman, R. A. (2010). Habla que las investigaciones sobre el impacto del trabajo en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios han arrojado resultados mixtos. Algunos estudios han encontrado que el trabajo puede tener un impacto negativo en el rendimiento académico, mientras que otros han encontrado que puede tener un impacto positivo. Esta investigación aporto que el trabajo puede brindar a los estudiantes una experiencia laboral valiosa que puede ser útil para su futuro profesional. Esta experiencia puede ayudarlos a desarrollar habilidades y conocimientos que no se enseñan en la escuela, sin embargo, el trabajo puede reducir el tiempo disponible para los estudiantes para estudiar y completar sus tareas. Esto puede dificultar el éxito académico.

Mientras que Andrade (2018) afirma que tanto estudiar cómo trabajar son actividades generadoras de estrés, por tal razón la capacidad para manejar esos roles favorece el distanciamiento psicológico de cada una de esas actividades; es decir, que con el trabajo se desconectan de las presiones académicas y viceversa. Ahora bien, lo que la subjetividad demuestra, a través de las entrevistas, es que la falta de tiempo de calidad para cada una de las actividades, incluyendo las responsabilidades familiares y de crianza, para el caso de los que son padres, disminuye la capacidad de atender, pues en el ejercicio de un rol les resulta difícil evitar pensar en las tareas pendientes que demandan sus otras responsabilidades; esto afecta el rendimiento y constituye un factor generador de estrés, derivando en consecuencias que inciden en la salud física y en el bienestar psicosocial.

Los estudiantes universitarios que trabajan son una realidad cada vez más común en el mundo actual. Hay una serie de razones por las que los estudiantes universitarios trabajan. Las más comunes son:

- Necesidad económica: muchos estudiantes necesitan trabajar para cubrir sus gastos personales, como vivienda, alimentación, transporte y material escolar.
- Independencia: el trabajo puede ser una forma de ganar independencia y autonomía para los estudiantes.
- Experiencia laboral: el trabajo puede ayudar a los estudiantes a adquirir experiencia laboral y habilidades profesionales.

El trabajo puede tener un impacto positivo o negativo en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. En general, el trabajo a tiempo parcial no tiene un impacto significativo en el rendimiento académico, pero el trabajo a tiempo completo puede ser más perjudicial. A pesar de los posibles riesgos, el trabajo también puede tener una serie de beneficios para los estudiantes universitarios. Estos beneficios incluyen:

- Mejora de las habilidades de gestión del tiempo: el trabajo puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de gestión del tiempo, que son esenciales para el éxito académico y profesional.
- Aumento de la motivación: el trabajo puede ayudar a los estudiantes a mantenerse motivados para estudiar y alcanzar sus metas académicas.
- Aprendizaje de habilidades y conocimientos relevantes: el trabajo puede ayudar a los estudiantes a adquirir habilidades y conocimientos relevantes para su carrera profesional.

Agustí Comella (2021) en su tesis llamado Burnout y rendimiento académico: efecto de la combinación de la actividad laboral remunerada e iniciar los estudios de grado universitario. En el cual el objetivo de su estudio fue analizar si el hecho de combinar los estudios universitarios y la actividad Laboral Remunerada se asocia con el síndrome de burnout académico en los estudiantes de 1º curso de la Universidad de Vic-Universidad Central de Catalunya (UVic-UCC) y si existe una relación sobre el rendimiento académico, la hipótesis que se plantea es si el hecho de compaginar los estudios universitarios con la ALR se asocia a un incremento en la incidencia de presentar el síndrome de burnout académico y si este repercute de forma negativa en el rendimiento de los estudiantes de primer curso en los grados, esto se realizó mediante una encuesta telemática y el Maslach Burnout Inventory-Student Survey

obteniendo como resultados lo siguiente: El 16,9% de los estudiantes presentan Burnout Académico. No se observan diferencias significativas según el sexo. El 33% de los estudiantes combinan actividad laboral remunerada y estudios. De estos, el 14,1% presentan Burnout Académico. No se observan diferencias significativas en el rendimiento académico entre los estudiantes que trabajan y estudian y los que solo estudian. Concluyendo lo siguientes: Los estudiantes presentan burnout tanto sí trabajan como no. Al inicio del primer curso del grado, un tercio de los estudiantes combinaban sus estudios con el trabajo y no se aprecia un incremento de burnout académico. El rendimiento académico no se ve afectado por el hecho de combinar el trabajo y los estudios universitarios. Esta tesis nos ayudara para conocer al algunos de tantos factores que están involucrados en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios que trabajan. Además, Castro Villafañe y Mauro Augusto (2018) realizaron una tesis llamada:

Trabajar mientras se estudia. Un acercamiento a las trayectorias académicas y laborales de estudiantes universitarias/os, cuyo objetivo fue conocer las maneras en que se entrelazan la trayectoria académica y laboral de estudiantes que cursan el 5º año de Trabajo Social, en la Universidad Nacional de Cuyo, durante el año 2018, el cual consiste en un diseño mixto, integrado por dos momentos. En el primero se relevaron datos cuantitativos en una muestra de la población a partir de la técnica de encuesta. Mientras que, en una siguiente etapa, se complementa el análisis con datos cualitativos obtenidos por medio de entrevistas en profundidad. Se considera que este diseño metodológico es pertinente en tanto posibilita un acercamiento profundo al objeto de estudio. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten caracterizar los perfiles sociodemográficos, académicos y laborales de las/os estudiantes y poner particularmente el énfasis en las propias percepciones y significados que las/os estudiantes manifiestan en relación a estudiar y trabajar simultáneamente. Obteniendo como resultado De los 52 casos estudiados, la mayoría de las/os estudiantes encuestadas/os son mujeres, siendo el 88,5% de las respuestas (46 casos), mientras que el porcentaje de hombres es inferior (11,5%, es decir 6 casos). Esta alta diferencia responde a características propias de la Licenciatura de Trabajo Social, al ser una profesión históricamente ejercida por mujeres. Actualmente, y a pesar el incremento de estudiantes masculinos que eligen esta carrera, persiste una fuerte predominancia de mujeres. En cuanto a los grupos de edades, como se observa en el gráfico Nº 2, en la composición de la muestra en estudio se observa una mayor presencia del grupo más joven, es decir de entre 22 a 24 años. El promedio de edad del conjunto de estudiantes es de 23 años. Esto indica una población joven en términos de permanencia, ya que corresponde con la “edad teórica” que se presupone tiene un/a estudiante de 5º año de una carrera universitaria si ingresó a los 18 años de edad. También se puede suponer que la probabilidad de estar trabajando o de haber iniciado una trayectoria laboral es mayor mientras más edad tenga el estudiante, y que los motivos por los cuales mantenga un empleo también serán diferentes y de acuerdo a esto se concluyó lo siguiente: Los estudios primarios y secundarios fueron realizados mayoritariamente en escuelas públicas, aunque se observa una fuerte incidencia de la educación privada, en especial durante el secundario, en donde disminuye el porcentaje de informantes que estudiaron en escuelas públicas y aumenta el de privadas. Más de la mitad de la muestra egresó del secundario entre los años 2013 y 2014, aunque el total de las respuestas abarca un período de 18 años, lo que indica cierta dispersión en las respuestas. La presente tesis tendrá impacto en nuestro articulo debido a que muestra trayectorias académicas con relación a las laborales de universitarios.

Método y técnicas

El presente trabajo se desarrolló mediante el método bibliográfico el cual es un sistema de organización y

presentación de las referencias bibliográficas de un trabajo académico. Su objetivo es facilitar la identificación de las fuentes utilizadas por el autor y permitir a los lectores acceder a ellas de forma sencilla.
Según Scarano (2017), el método bibliográfico es "el conjunto de normas y reglas que se utilizan para citar las fuentes utilizadas en un trabajo académico". Estas normas y reglas establecen cómo se debe presentar el nombre del autor, el título de la obra, la editorial, el año de publicación, etc.
Por otro lado, López y López (2019) señalan que el método bibliográfico es "una herramienta fundamental para el trabajo académico, ya que permite acreditar la información utilizada y evitar el plagio".
El método bibliográfico es una herramienta esencial para la investigación académica. Su uso correcto permite acreditar la información utilizada, evitar el plagio y facilitar el acceso de los lectores a las fuentes
Para este método se aplicará la técnica del cuestionario la cual es una técnica de investigación cuantitativa que consiste en la aplicación de un conjunto de preguntas a un grupo de personas, con el objetivo de recopilar información sobre sus opiniones, actitudes, creencias, comportamientos, etc.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen el cuestionario como "un instrumento de medición que consiste en un conjunto de preguntas respecto a una variable o más a medir". (“La encuesta y el cuestionario - Investigalia”)

Por otro lado, García Ferrando (2002) define el cuestionario como "un conjunto de preguntas que se formulan a una muestra de sujetos con el fin de obtener información sobre sus opiniones, actitudes, creencias, comportamientos, etc.".

Mientras López y López (2019) definen el cuestionario como "un instrumento de investigación que consiste en un conjunto de preguntas formuladas a una muestra de personas, con el objetivo de recopilar información sobre un tema determinado".

Ventajas de la técnica de cuestionario:

Es una técnica relativamente sencilla de aplicar.
Permite recopilar información de un gran número de personas.
Permite obtener información sobre un amplio rango de temas.

Desventajas de la técnica de cuestionario:

Puede ser poco precisa si las preguntas no están bien redactadas.
Puede ser poco fiable si las personas no responden de forma honesta.
Puede ser poco útil si se desea obtener información sobre temas complejos.

La técnica de cuestionario es una herramienta versátil que puede utilizarse para recopilar información sobre una amplia gama de temas. Sin embargo, es importante tener en cuenta sus limitaciones para garantizar la calidad de los datos obtenido.

Conclusión

La investigación se encuentra en un 75% de avance, se están aplicando las técnicas anterior mente mencionadas, sin embargo, con las investigaciones consultadas se puede decir que los estudios habrán demostrado que los estudiantes que trabajan a tiempo completo tienen un rendimiento académico más bajo que aquellos que no trabajan o trabajan a tiempo parcial. Esto se debe a que los estudiantes que trabajan a tiempo completo tienen menos tiempo para estudiar y participar en actividades extracurriculares que pueden mejorar su rendimiento académico.
Sin embargo, hay excepciones a esta regla, y algunos estudiantes pueden manejar el equilibrio entre el trabajo y la escuela de manera efectiva. Los estudiantes que trabajan pueden estar más motivados y enfocados en sus objetivos, y pueden desarrollar habilidades como la administración del tiempo y la

responsabilidad que pueden ser beneficiosas en el futuro. En última instancia, el impacto del trabajo en el rendimiento académico de un estudiante depende de muchos factores, como la cantidad de horas trabajadas, el tipo de trabajo y las responsabilidades asociadas con el trabajo. Cada estudiante es único y debe evaluar cuidadosamente sus propias circunstancias antes de decidir si trabajar mientras estudia es una opción viable. En resumen, los trabajos a tiempo parcial pueden tener un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Sin embargo, este impacto puede variar según diferentes factores, como las horas trabajadas y el tipo de trabajo. Es importante que los estudiantes sean conscientes de estos factores y tomen decisiones informadas al considerar un trabajo a tiempo parcial. Además, es esencial establecer estrategias efectivas para equilibrar el trabajo y las responsabilidades académicas. Con la gestión adecuada del tiempo y el apoyo adecuado, los estudiantes pueden tener éxito tanto en el ámbito laboral como en el académico.

Bibliografía

Andrade, C. (2018). "Professional work load and work-to-school conflict in working-students: the mediating role of psychological detachment from work." ("(PDF) Professional work load and work-to-school conflict in working ...") Psychology, Society & Education, 10(2), 215-224. Doi: 10.25115/psye.v10i1.1777.

Scarano (2017, p. 23), señala que el método bibliográfico es "una herramienta fundamental para el trabajo académico, ya que permite acreditar la información utilizada y evitar el plagio".
López, G., & López, A. (2019).El plagio en la investigación*. Madrid: Pirámide.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). México: McGraw-Hill.

García Ferrando, M. (2002). Metodología de la encuesta*. Madrid: CIS.

López, G., & López, A. (2019). El cuestionario. Madrid: Pirámide

Medina, N., Ferreira, J., & Marzol, R. (2018). Factores personales que inciden en
el bajo rendimiento de los estudiantes de geometría. . Telos, 4-28.
Velasco, C., de los Ángeles Aguilar Miranda, M., & Pompilio, A. A. (s/f). Espacios Públicos. Redalyc.org. Recuperado el 20 de septiembre de 2023, de https://www.redalyc.org/pdf/676/67621192012.pdf
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5508/Aurelio_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6355

Delincuencia juvenil

Resumen:

El proyecto se centra en abordar el crecimiento de la delincuencia juvenil, una preocupación persistente en la sociedad durante los últimos seis años. Esta problemática a la sociedad en general. Para combatirla, se propone un enfoque integral que se centra en la prevención y la búsqueda de alternativas para que los jóvenes no se involucren en actividades delictivas.

Las teorías analizadas incluyen la Teoría de los Derechos Infantiles, el Sistema de Responsabilidad Penal, la Constitución Juvenil y Factores Relacionados con la Delincuencia Juvenil, entre otras, todas dirigidas a abordar la delincuencia juvenil desde diferentes enfoques.

En resumen, el proyecto busca comprender y abordar la delincuencia juvenil desde múltiples perspectivas, con el objetivo de prevenir y reducir este fenómeno en la sociedad y proporcionar a los jóvenes las herramientas necesarias para un futuro más saludable y prometedor.

Summary:

The project focuses on addressing the growth of youth crime, a persistent concern in society over the past six years. This is a problem for society in general. To combat it, a comprehensive approach is proposed that focuses on prevention and the search for alternatives so that young people do not get involved in criminal activities.

The theories analyzed include the Theory of Children's Rights, the Criminal Responsibility System, the Juvenile Constitution and Factors Related to Juvenile Delinquency, among others, all aimed at addressing juvenile delinquency from different approaches.

In summary, the project seeks to understand and address youth crime from multiple perspectives, with the aim of preventing and reducing this phenomenon in society and providing young people with the necessary tools for a healthier and more promising future.

Palabras clave: problemáticas, factores, soluciones, estrategias.

Keywords: problems, factors, solutions, strategies.

Introducción

Una de las principales problemáticas en la sociedad hoy en día es la delincuencia, sabiendo que cualquier persona es un delincuente desde un niño, un joven, un mayor de edad, un adulto, hasta una persona de la tercera edad.

La delincuencia juvenil en los últimos años ha incrementado y eso es preocupante para la sociedad porque cada vez más se corrompen los valores en los jóvenes a cusa de factores externos que probablemente los jóvenes no son los culpables, eso se convierte en una gran problemática porque cada vez más jóvenes prefieren robar, asaltar, distribuir sustancias ilícitas que emprender, practicar deporte o estudiar y preparase académicamente.

La sociedad en especial los jóvenes cada vez más quiere tomar las alternativas sencillas para seguir adelante en la sociedad sin importar que métodos, caminos y/ o alternativas deben seguir. Para dar fin a esta problemática serian: dialogando con cada joven para poder detectar la raíz por la cual se convirtió en un delincuente, dar alternativas a cada uno; por ejemplo, talleres culturales, deportivos, de emprendimiento. Ya que dichas alternativas podrían abrir la mente de los jóvenes trazando nuevos objetivos y metas.

Mostrando que existen más caminos para poder seguir adelante donde hay futuros buenos seguros y sobre todos honestos, demostrando a la sociedad que aún hay personas con buenos valores y poder ser un ejemplo de buen ciudadano.

Planteamiento del problema

El proyecto tiene como objetivo abordar el crecimiento de la delincuencia juvenil, que ha generado preocupación en la sociedad en los últimos 6 años. La problemática afecta tanto a los jóvenes como a la sociedad en general; afectando desde aproximadamente 6 años hasta la fecha, ya que la delincuencia crea inseguridad y socava la confianza en la sociedad. Para abordar esta problemática, se propone un enfoque integral que se centra en la prevención y la búsqueda de alternativas para que los jóvenes no se involucren en actividades delictivas. El proyecto se basa en los siguientes puntos estratégicos:

"Desarrollo de habilidades: Se ofrecen programas para que los jóvenes desarrollen habilidades sociales, emocionales y cognitivas que les permitan tomar decisiones informadas y constructivas.

Mentoría y apoyo: Se promueve la conexión de los jóvenes con mentores y adultos de confianza que puedan proporcionar orientación y apoyo emocional.

Prevención del abuso de sustancias: Se implementan programas de prevención del abuso de sustancias para reducir la influencia negativa de las drogas y el alcohol en la toma de decisiones de los jóvenes.

Intervención temprana: Se identifican y abordan los factores de riesgo en etapas tempranas para prevenir que los jóvenes se involucren en la delincuencia.

Participación comunitaria: Se involucra a la comunidad en la prevención de la delincuencia juvenil a través de programas y actividades que promuevan la seguridad y el bienestar de los jóvenes.

Políticas y legislación: Se promueven políticas y leyes que enfoquen en la prevención y aborden las causas subyacentes de la delincuencia juvenil, como la pobreza y la falta de acceso a la educación.

Actividades extracurriculares: Se fomenta la participación en actividades extracurriculares para mantener a los jóvenes ocupados y comprometidos en actividades constructivas (Ccopa-Quispe, F., Yupanqui-Bustamante, M. T., Pejerrey-Rivas, Y., Rivera-Paipay, K., & Fuster-Guillén, D 2020).

El proyecto busca proporcionar a los jóvenes opciones y herramientas para alejarse de la delincuencia y construir un futuro mejor. Además, se destaca la importancia de trabajar en conjunto con la comunidad y promover un entorno que fomente el desarrollo positivo de los jóvenes. La justificación de este proyecto se basa en la necesidad de abordar la delincuencia juvenil, que afecta a la sociedad y a los propios jóvenes. Se busca prevenir la participación de los jóvenes en actividades delictivas y brindarles oportunidades para un desarrollo personal, académico, laboral y social saludable.

Antecedentes

Los trabajos e investigaciones abordan el tema de la delincuencia juvenil desde diversas perspectivas y en diferentes contextos. En términos generales, se enfocan en comprender los factores que contribuyen a la delincuencia juvenil y proponer posibles soluciones. A continuación, se presenta un resumen de los antecedentes más importantes de esta investigación.

Aizpurúa, M., Aizpurúa, M., Jacobo, M., Castillo, V., & Rodríguez (2021), Analiza los factores sociales que influyen en que los jóvenes se conviertan en delincuentes. Concluyen que los factores sociales provocan la comisión de actos delictivos por parte de los jóvenes.

Mompeán Caballero (2023), Examina la relación entre el absentismo escolar y la delincuencia juvenil. Los resultados sugieren que muchos jóvenes infractores provienen de situaciones de exclusión social y problemas en el sistema educativo.

Sigcho Junco, Gloria María (2020), Propone una estrategia formativa educativa para prevenir la delincuencia juvenil en Guayaquil, Ecuador. No encuentra una relación significativa entre la estrategia educativa y la delincuencia juvenil.

Jaraba, Y. C ET.AL (2021): Identifica factores de riesgo en un adolescente homicida, incluyendo factores individuales, familiares, de grupo de pares, escolares, socioeconómicos y comunitarios.

Anyuri, G. E. (2023), menciona que investiga la asociación entre la falta de apoyo familiar y la delincuencia juvenil en la Barriada El Alba. Concluye que la falta de apoyo y relación familiar está vinculada a problemas en los adolescentes. Fuster-Guillén, D. ET.AL (2022), Identifica factores de la delincuencia juvenil en Perú y encuentra que el factor social es predominante en la comisión de actos delictivos en jóvenes.

Ornelas, J., Alejandro, R. (2023), Examina la percepción de la población mexicana sobre las causas de la delincuencia, encontrando variaciones según el nivel socioeconómico.

Jonathan, T.-T., & Alberto, M. S. (2023), Investiga el papel de la edad en las tasas de criminalidad en España después de la crisis económica de 2008, concluyendo que los jóvenes varones de 15 a 19 años son más propensos a cometer actos delictivos.

Viera, M. ET.AL (2020), Analiza la relación entre la ausencia de consumo de drogas en adolescentes y el riesgo de reincidencia en delitos violentos.

En general, estos trabajos resaltan la importancia de comprender y abordar los factores sociales, familiares, económicos y psicológicos que contribuyen a la delincuencia juvenil, con el objetivo de prevenir y reducir este fenómeno en la sociedad. Cada investigación aporta perspectivas valiosas para abordar este desafío social desde diferentes ángulos y contextos.

Marco teórico

La delincuencia juvenil se presenta como una vía de escape para los jóvenes contemporáneos, quienes la perciben como una "alternativa" que les permite obtener lo que desean de manera más fácil, evitando el esfuerzo.

Conceptos:

Justicia: Representa los valores en los que se basa la sociedad y se refiere a las normas codificadas que la sociedad debe obedecer, sancionando las acciones que no cumplen con estas normas y protegiendo el bien común (significados 2014, agosto 26).

Sociedad: Comprende a los individuos que coexisten bajo normas comunes previamente establecidas para el funcionamiento adecuado de la misma (concepto, origen, cultura y características 2023).

Delincuencia: Se refiere a las acciones delictivas que contravienen las leyes y que están sujetas a sanciones legales. Estas acciones son cometidas por individuos conocidos como delincuentes (significados 2017 a, enero 10).

Teorías;

Teoría de los Derechos Infantiles: “Se centra en los derechos, obligaciones y castigos relacionados con las acciones de los niños, basándose en la Convención de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas. La Convención establece los derechos de los niños y cuenta con tres Protocolos facultativos que abordan cuestiones específicas” (Torres Pérez, M. 2023).

Sistema de Responsabilidad Penal: Este sistema se enfoca en investigar y decidir sobre los actos delictivos cometidos por jóvenes de 14 a 18 años. Define la responsabilidad penal en términos de conducta típica, conducta antijurídica y culpabilidad (Pérez Vergara, Y. T. 2023).

Constitución Juvenil: Utiliza la constitución y los derechos para determinar sanciones legales basadas en los derechos estipulados en las constituciones políticas de cada país (Moori Roca, G. G. 2023).

Factores Relacionados con la Delincuencia Juvenil: La delincuencia juvenil resulta de una compleja interacción de factores socioeconómicos, personales y familiares, incluyendo la situación económica, la autoestima, la violencia familiar y la influencia de amigos delictivos (Enrique, M. M. octubre 1, 2023).

Fundamento Constitucional y Convencional: Se basa en la primacía de los derechos de los niños sobre cualquier otro derecho y se enfoca en proteger los derechos de los menores y su formación integral (Pérez Vergara, Y. T. 2023).

Fundamento Legal: El sistema penal para adolescentes se basa en principios como la igualdad, el respeto a las garantías procesales y la

protección del interés superior del niño (Pérez Vergara, Y. T. 2023).

Rehabilitación de Jóvenes Delincuentes: La rehabilitación social en la justicia penal se aborda desde una perspectiva multidimensional, incluyendo aspectos como la percepción social y la atención a la salud (Heirisman Pinedo, A. P. 2023).

Aspectos Criminológicos: La delincuencia juvenil resulta de múltiples factores, incluyendo influencias biológicas, psicológicas, sociales, económicas y familiares (Velasco Espin, L. L. 2023).

Medidas Socioeducativas: Estas medidas tienen un enfoque educativo y buscan responsabilizar y reintegrar a los jóvenes infractores en la sociedad (AQUINO GALINDO, V. A. N. E. S. S. A. 2023).

Cada uno de estos enfoques y teorías busca abordar de manera efectiva el desafío social de la delincuencia juvenil, teniendo en cuenta factores legales, sociales, psicológicos y de derechos humanos para lograr una respuesta equitativa y justa.

Método y técnicas

Método

La presente investigación parte de un paradigma en el cual el escenario principal es la sociedad siendo esta misma afectada por esta problemática, la teoría que fundamentes esta investigación es una teoría informativa para informar a la ciudadanía o la sociedad la importancia de la corrección de acciones de los jóvenes de hoy en día, porque gracias a eso se puede establecer, construir o reestructurar una mejor sociedad en el estado y porque no ser un modelo a seguir para el mundo y así cambiar la conducta de los jóvenes a nivel mundial.

El método a desarrollar es el hermenéutico porque la iniciativa a este proyecto data de las estadísticas, conocimiento experiencias cercanas que han despertado la curiosidad de terminar con esta problemática o conflicto que crece cada vez más y destruye la vida social, académica, personal, laboral y profesional de personas cercanas, además de los pensamientos, interpretaciones personales, posturas de las gente, gestos de estas mismas, posturas y pensamientos como ya se ha mencionado daña a la juventud de hoy en día. El método se utilizará en una muestra de 50 personas entre ellos estudiantes y maestro universitarios.

(Crispin, F. V. S., Rivera, L. D. J. I., Quispe, C. E. E., Vila, G. S. M., & Yaranga, F. M. G. 2023), dicen que el método hermenéutico-dialéctico se utiliza para interpretar los textos desde su contexto histórico-cultural y desde su relación con otros textos. Se muestra que la fenomenología social y el paradigma socio-crítico comparten una visión constructivista e interpretativa de la realidad social y educativa, que reconoce la diversidad, complejidad y dinamismo de los fenómenos que se investigan; ambas corrientes rechazan el positivismo y el empirismo como formas de conocimiento válidas para abordar la realidad social y educativa, y proponen una aproximación comprensiva y crítica que tenga en cuenta los contextos, las situaciones y las experiencias de los sujetos.

Técnicas

Según Santos, D. 2022, septiembre 14), "las técnicas de recolección de datos son: La recolección de datos es un método por el cual las empresas recopilan y miden información de diversas fuentes, a fin de obtener un panorama completo, responder preguntas importantes, evaluar sus resultados y anticipar futuras tendencias".

Según el sitio web (Maestrías Online 2021, May 27), "menciona que el objetivo fundamental de la recolección de datos y es allí en donde actúa su importancia. Es la de obtener información que establezca resultados en determinado tema de estudio. Aplicada en diversas disciplinas o

actividades, ya sea ciencias sociales, informática, económica, entre otros".

Según (Sampieri, 2008), el cuestionario es: "una serie de preguntas abiertas y/o cerradas respecto de una o más variables a medir y son probablemente el instrumento más utilizado para recolectar datos".

La primera técnica a utilizar se el cuestionario utilizando preguntas abiertas y cerradas con escalas de Likert, dicho cuestionario se aplicará a jóvenes y docentes universitarios aplicándolo a un total de 30 personas para saber que piensan ellos de cuales podrían ser las causas, consecuencias y estrategias o ayudas que ellos implementarían.

Según (Tamayo, 2008), la encuesta "es aquella que permite dar respuestas a problemas en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida sistemática de información según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida".

La segunda técnica a utilizar es la encuesta aplicándola a jóvenes y a adultos para obtener opiniones de "generaciones" similares al rango de edad de los delincuentes y opiniones de personas con un poco más de experiencia que los jóvenes y poder así tener opiniones distintas.

La tercera técnica es la entrevista a una serie de jóvenes por los cuales han pasado por la problemática y a jóvenes que actualmente son jóvenes delincuentes. Para preguntarles y poder saber por que fueron o por que son delincuentes juveniles comprobando si los factores expuestos en la investigación son reales Y/o que tanto influyen.

Conclusiones

- Como primera conclusión se pretende concluir en qué manera y en qué forma influyen los factores que rodean a cada uno de los jóvenes que termina convirtiéndolos en delincuentes juveniles.
- En la segunda conclusión se pretende concluir las estrategias para las correcciones de los factores influyentes en los jóvenes.
- Se pretende concluir las maneras en las que pueden mejorar de la sociedad, donde los jóvenes mejoren o corrijan los factores ya mencionados, crezcan y se desarrollen de una manera sana.
- Se pretende que les estrategias, métodos y/o alternativas creadas ayuden de manera eficaz y eficiente a los jóvenes y pueda corregir sus actitudes.
- Se pretende convencer a los jóvenes de integrar a los jóvenes en grupos sociales, académicos o de estudio, deportivos, culturales y de emprendimiento para ayudarlos a alejarse de la delincuencia.

Son los resultados esperados que aún están en proceso de análisis y en recuperación de datos, la investigación tiene un avance del 75% en la espera de los resultados en os cuales se espera lo siguiente.

Los resultados a futuro que se esperan de esta investigación y/o tesis; es el mejoramiento del comportamiento de la sociedad logrando así sobresalir y seguir adelante en el futuro.

Se espera corregir la actitud, educación, comportamiento y valores de los delincuentes juveniles acercándolos a centros de ayuda social, educacional, laboral, personal, deportivos y culturales, logrando así que los jóvenes olviden y se alejen de dichos factores que los acerco a la delincuencia juvenil. Para que ellos se enfoquen en su futuro social, laboral y personalmente hablando.

Bibliografías

(N.d.). Edu.Co. Retrieved September 23, 2023, from http://repositorio.iberoamericana.edu.co/bitstream/handle/001/4702/2021-Semilla-Cientifica-2_full_lite-380-393.pdf?sequence=1&isAllowed=y

(N.d.-b). Ucam.edu. Retrieved September 23, 2023, from https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/6581/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Reforma, Y., & Modernización, D. (n.d.). ESCUELA DE POSGRADO. Edu.Pe. Retrieved September 23, 2023, from https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67569/Sigcho_JGM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jaraba, Y. C. (n.d.). ESTUDIO DE CASO: FACTORES DE RIESGO QUE INCIDEN EN LA DELINCUENCIA JUVENIL. Edu.Co. Retrieved September 23, 2023, from https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7934/Estudio_Caso_Factores_Riesgo_Inciden_Deincuencia_Juvenil_Resumen.pdf?sequence=2&isAllowed=y

(N.d.). Edu.Co. Retrieved September 23, 2023, from http://repositorio.iberoamericana.edu.co/bitstream/handle/001/4702/2021-Semilla-Cientifica-2_full_lite-380-393.pdf?sequence=1&isAllowed=y

(N.d.-b). Ucam.edu. Retrieved September 23, 2023, from https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/6581/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Reforma, Y., & Modernización, D. (n.d.). ESCUELA DE POSGRADO. Edu.Pe. Retrieved September 23, 2023, from https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67569/Sigcho_JGMSD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jaraba, Y. C. (n.d.). ESTUDIO DE CASO: FACTORES DE RIESGO QUE INCIDEN EN LA DELINCUENCIA JUVENIL. Edu.Co. Retrieved September 23, 2023, from https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7934/Estudio_Caso_Factores_Riesgo_Inciden_Deincuencia_Juvenil_Resumen.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Concepto de Autoridad - Origen, tipos, poder y abuso de autoridad. (n.d.). Retrieved October 1, 2023, from https://concepto.de/autoridad/

Recolección de datos. Definición y elementos. (2021, May 27). Maestrías Online. https://ceupe.com.ar/blog/recoleccion-de-datos-definicion-y-elementos/

Santos, D. (2022, September 14). Recolección de datos: métodos, técnicas e instrumentos. Hubspot.es. https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos

Vista de Implicancia de la fenomenología social y el paradigma socio-crítico en la investigación de la educación universitaria. (n.d.). Investigaciondetecnologias.com. Retrieved October 3, 2023, from http://revista.investigaciondetecnologias.com/index.php/e-RMS/article/view/5/155

(N.d.-a). Retrieved October 6, 2023, from http://file:///C:/Users/rodriguezangel/Downloads/Relmecse046%20(1).pdf

(N.d.-b). Redalyc.org. Retrieved October 6, 2023, from https://www.redalyc.org/journal/5530/553066097005/#:~:text=Seg%C3%BAn%20Tamayo%20y%20Tamayo%20(2008,rigor%20de%20la%20informaci%C3%B3n%20obtenida%E2%80%9D.

Factores de riesgo psicosocial y normas aplicables para prevenirlos.

Autor: Karla Denice Hernández Palacios. Asesor: Dr. Josué Huerta Maldonado. Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ). Datos de contacto: hernandezpala.kd@gmail.com

Resumen

La finalidad de este estudio es dar a conocer los factores de riesgo psicosocial que pueden afectar a los colaboradores dentro de una organización y saber que normas ayudan a prevenirlos. El trabajo está sustentado bajo el método de documentación así que su alcance se limita a recabar información de otras investigaciones, artículos, entrevistas, tesis, etc, de otros autores. No se va a trabajar con ninguna muestra es una recopilación de información de distintas fuentes. En la investigación se detallan datos como la industria principal en México y el número de colaboradores que tiene todo basado en estadísticas de la Secretaría de Economía del Gobierno de México, así mismo se describen artículos y normas que apoyan a conseguir un entorno laboral favorable fundamentados en la Ley Federal de Trabajo y la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Las investigaciones presentadas de otros autores son fundamentales en este trabajo debido a los resultados obtenidos ya que van a favor de que las organizaciones realicen medidas preventivas para reducir los factores de riesgo psicosocial en los colaboradores, así mismo las investigaciones se fundamentan en métodos cuantitativos como las entrevistas y cuestionarios de los cuales obtuvieron los resultados y se realizaron en empresas del estado de México.

Palabras clave: factores psicosociales, colaboradores, entorno laboral favorable, normas, México.

Abstract

The purpose of this study is to make known the psychosocial risk factors that can affect employees within an organization and to know which norms help to prevent them. The work is based on the documentation method, so its scope is limited to gathering information from other research, articles, interviews, theses, etc., of other authors. It is not going to work with any sample, it is a compilation of information from different sources. The research details data such as the main industry in Mexico and the number of employees it has, all based on statistics from the Ministry of Economy of the Government of Mexico, and also describes articles and regulations that support a favorable working environment based on the Federal Labor Law and the Ministry of Labor and Social Welfare. The research presented by other authors is fundamental in this work due to the results obtained since they are in favor of the organizations to carry out preventive measures to reduce the psychosocial risk factors in the collaborators, likewise the research is based on quantitative methods such as interviews and questionnaires from which the results were obtained and were carried out in companies in the state of Mexico.

Key words: psychosocial factors, employees, favorable work environment, norms, Mexico.

Introducción

A lo largo del tiempo, la clase trabajadora ha pasado por distintas condiciones laborales, cuando surge la Revolución Industrial la actividad económica se volvió mecanizada, la clase trabajadora era sometida a jornadas laborales de hasta 16 horas, los trabajadores hacían sus actividades bajo ambientes inseguros e insalubres, por consiguiente carecían de seguro médico y el trabajo infantil estaba permitido, percibiendo salarios más bajos que los adultos y trabajando bajo las mismas condiciones que ellos, la clase trabajadora carecía de derechos.

Uno de los precursores de los derechos para los trabajadores fue el movimiento obrero dando como consecuencia la creación del sindicato y teniendo

como principal objetivo negociar con la empresa mejores condiciones laborales para todos los colaboradores. Actualmente existen normas y leyes que protegen a los colaboradores, cuyo objetivo es lograr que todos cuenten con un trabajo digno, sin embargo, estas se han ido modificando con el tiempo debido a que el trabajo también va evolucionando, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) señala que:

> Los cambios en la organización del trabajo pueden dar lugar a una flexibilidad que permita que un número mayor de personas se incorpore a la fuerza de trabajo, pero también puede causar problemas psicosociales (por ejemplo, inseguridad, menoscabo de la privacidad y del tiempo de descanso, o una protección inadecuada en materia de SST y de protección social) y horarios de trabajo excesivos (Organización Internacional del Trabajo, 2019).

Actualmente en México, los estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que la fuerza laboral de la nación es una de las más estresadas del mundo. Adicional en un artículo publicado por *El Economista* se menciona:

> En promedio, indica la OMS, un 75% de las personas trabajadoras en México padecen los efectos del estrés laboral crónico o burnout, caracterizado principalmente por tener sentimientos de agotamiento, distanciamiento mental del trabajo, y sentimientos negativos relacionados con las funciones laborales (como ineficiencia o falta de realización) (López, 2022).

En México la industria manufacturera es una de las principales fuentes del PIB, de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía del Gobierno de México (2023) en el segundo trimestre del 2023 la población ocupada es de 5,726,837 hombres y 3,944,009 mujeres dando un total de 9,670,846 personas trabajando en la industria manufacturera. En cuanto al rango de edad y escolaridad de estos colaboradores; la edad promedio en mujeres de 38.4 años y el promedio de escolaridad de 10.1 años y en hombres la edad promedio fue 38.2 años y el promedio de escolaridad fue 10.7 años. En cuanto a la rotación y permanencia de personal los datos del Censo Económico 2019, publicados por la Secretaría de Economía del Gobierno de México (2023) señalan que la rotación de empleados en Industrias Manufactureras es 10.6% en empresas con hasta 10 personas, 16.3% en empresas con 11 a 50 personas, 24.9% en empresas con 51 a 250 personas y 30.9% en empresas con 251 y más personas (Secretaría de Economía Y Gobierno de México, 2023).

Para datos de capacitación los datos del Censo Económico 2019, publicados por la Secretaría de Economía del Gobierno de México (2023) señalan que la distribución de personal que recibió capacitación según rango de edad fue 54.9% del personal hasta 20 años, 51.5% del personal entre 21 y 30 años, 51.8% del personal entre 31 y 40 años y 48.4% del personal de 41 años o más (Secretaría de Economía Y Gobierno de México, 2023).

Conociendo los datos de la población ocupacional en la industria manufacturera, en México, es recomendable que estas empresas se capaciten en materia de riesgos psicosociales y así poder brindar un entorno seguro y saludable para los colaboradores.

El Dr. Manuel Diaz Vega define que los riesgos psicosociales son “las condiciones presentes en una situación laboral, directamente relacionadas con la organización del trabajo, con el contenido del puesto, con la realización de la tarea o con el entorno (IMSS, 2023).

El objetivo de la investigación es dar a conocer los factores de riesgo psicosocial que se pueden originar en el entorno laboral y las medidas para poder prevenirlos de tal manera que el colaborador pueda ejercer su jornada laboral en un entorno favorable, las preguntas que resuelven la investigación son: ¿Se puede saber cuáles son los factores de riesgo psicosocial que afectan el ambiente de trabajo? Y ¿Existen normas / leyes relacionadas a la prevención de factores de riesgo psicosocial en el trabajo? Las hipótesis están argumentadas en relación a las preguntas planteadas en la presente investigación, siendo estas las siguientes:

H1.- Si se puede, existen distintos factores de riesgo psicosocial que alteran la salud y la seguridad en el trabajo, perjudicando al colaborador en la realización de sus actividades.
H2.- Si, existe una norma relacionada con la prevención de factores de riesgo psicosocial en el trabajo basada en artículos de diferentes leyes mexicanas.

Justificación

La importancia y pertinencia del presente trabajo radica en que el capital humano es un factor fundamental en el funcionamiento de la organización, si este factor está mal gestionado la empresa tendrá fallas. El comportamiento del colaborador en la organización define en parte el clima organizacional; si el colaborador desarrolla las actividades en un clima organizacional favorable, los resultados serán positivos, por ejemplo, el departamento de ventas de una empresa es fundamental para que esta tenga ganancias, si los integrantes de dicho departamento se encuentran desanimados, sufren de acoso laboral, tienen cargas excesivas de trabajo, etc. su rendimiento no va a ser bueno afectando su carácter y hasta su imagen; si el vendedor se encuentra en un estado de ánimo negativo va a repercutir en la manera de atender a los clientes y esto a su vez será factor importante para cerrar o no una venta.

Marco Teórico

En el siguiente capítulo se exponen los conceptos y teorías que ayudaron al sustento de la presente investigación. Las definiciones están descritas de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el trabajo y la Ley Federal del Trabajo (LFT). Las teorías expuestas en la están relacionadas a las leyes, normas y certificaciones que apoyan un entorno organizacional favorable para el colaborador.

Factores de riesgo psicosocial:

> Aquéllos que pueden provocar trastornos de ansiedad, no orgánicos del ciclo sueño-vigilia y de estrés grave y de adaptación, derivado de la naturaleza de las funciones del puesto de trabajo, el tipo de jornada laboral y la exposición a acontecimientos traumáticos severos o a actos de Violencia Laboral, por el trabajo desarrollado (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2014).

Riesgo: “La correlación de la peligrosidad de uno o varios factores y la exposición de los trabajadores con la posibilidad de causar efectos adversos para su vida, integridad física o salud, o dañar al Centro de Trabajo” (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2014).

Violencia laboral: “Aquellos actos de hostigamiento, acoso o malos tratos en contra del trabajador, que pueden dañar su integridad o salud” (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2014).

Hostigamiento: “el ejercicio del poder en una relación de subordinación real de la víctima frente al agresor en el ámbito laboral, que se expresa en conductas verbales, físicas o ambas” (Ley Federal del Trabajo., 2019).

Entorno organizacional favorable:

> Aquél en el que se promueve el sentido de pertenencia de los trabajadores a la organización; la formación para la adecuada realización de las tareas encomendadas; la definición precisa de responsabilidades para los miembros de la organización; la participación proactiva y comunicación entre sus integrantes; la distribución adecuada de cargas de trabajo, con jornadas laborales regulares, y la Evaluación y el Reconocimiento del desempeño (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2014).

Las teorías que dan fundamento epistemológico a la investigación son en primer punto la Constitución Política Mexicana, la cual establece en el artículo 123 que: “Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley” (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2023, p.135). Al mencionar el trabajo digno se refiere a que se tienen que hacer valer los derechos de los colaboradores, un

trabajo en el que no se tenga discriminación por origen étnico, edad, género, entre otros, que se perciba un salario remunerador, capacitaciones, comunicación y sobre todo que el colaborador pueda hacer las actividades en un espacio seguro y saludable.

Otra teoría se fundamenta en La Ley Federal del Trabajo, la cual se forja a partir del artículo 123 constitucional, consta de 16 títulos los cuales abordan temas como relaciones individuales de trabajo, trabajo de las mujeres, autoridades de trabajo y servicios sociales, entre otros. En el Título Tercero de la ley se describen las normas que debe seguir el centro o lugar de trabajo para que el colaborador pueda ejercer sus actividades, se encuentra dividido en ocho capítulos los cuales abarcan disposiciones generales, jornada de trabajo, días de descanso, vacaciones, salario, salario mínimo, normas y privilegios del salario mínimo y participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa.

La tercera teoría está fundamentada en el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el trabajo, este fue realizado por la Secretaria de Trabajo y Previsión Social (STPS), siendo una guía que establece los estándares en materia de seguridad e higiene que se deben establecer en todas las organizaciones del país para que los colaboradores puedan realizar las actividades de la mejor manera posible, de igual manera, se presentan obligaciones que tiene el patrón como la instalación de señaléticas en toda la organización (salida de emergencia, zonas de riesgo, rutas de evacuación, etc.), capacitación para todos los colaboradores, aplicación de exámenes médicos a todos los colaboradores, hacer evaluaciones con el Diagnóstico de Seguridad e Higiene, entre otras.

Otra teoría se fundamenta en la NOM-019, esta pertenece a la Secretaría de Trabajo y Previsión Social y se encarga de establecer lineamientos para la creación de comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para lograr prevenir accidentes o enfermedades de trabajo. De acuerdo con la Guía Informativa de la Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2011, define a la comisión de seguridad e higiene como: “un organismo bipartito conformado por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, que tiene por objeto investigar las causas de los accidentes y enfermedades, proponer medidas para prevenirlos y vigilar que se cumplan” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2011).

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, el funcionamiento de las comisiones tiene como objetivo, identificar condiciones peligrosas o inseguras, actos inseguros o agentes peligrosos e inseguros en los centros de trabajo, investigar las causas de los accidentes o enfermedades de trabajo si es que ocurren, determinar medidas de para prevenir riesgos de trabajo y dar seguimiento a la instauración de las medidas de prevención. Las comisiones tienen que tomar como fundamentos todas las normas y leyes mexicanas que puedan aplicar, recordando que cada organización es diferente y por consiguiente no se pueden aplicar las mismas normas en todos.

La ultima teoría expuesta está fundamentada a la NOM-035 perteneciente a la Secretaría de Trabajo y Previsión Social la cual tiene como objetivo: “establecer los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo” (Gobierno del México, 2023). Esta norma describe cómo lograr que el ambiente de trabajo sea saludable para los colaboradores, un entorno seguro en el que el colaborador se sienta feliz y motivado al realizar sus actividades. Es aplicable en todo el territorio nacional y las normas están divididas para centros de trabajo con hasta 15 integrantes, centros de trabajo entre 16 y 50 integrantes y centros de trabajo con más de 50 integrantes, así que también es aplicable para cualquier tamaño de organización. La norma es la que define los factores de riesgo psicosocial los cuales comprenden:

> Las condiciones peligrosas e inseguras en el ambiente de trabajo; las cargas de trabajo cuando exceden la capacidad del trabajador; la falta de control sobre el trabajo (posibilidad de influir en la organización y desarrollo del trabajo cuando el proceso lo permite); las jornadas de trabajo superiores a las previstas

> en la Ley Federal del Trabajo, rotación de turnos que incluyan turno nocturno y turno nocturno sin períodos de recuperación y descanso; interferencia en la relación trabajo-familia, y el liderazgo negativo y las relaciones negativas en el trabajo (NOM-035-STPS, 2018).

Es necesario hacer un análisis de las condiciones en las que se realizan las actividades de trabajo debido a que los factores de riesgo psicosocial derivan de la naturaleza del trabajo, sin embargo, cabe detallar que esta norma no contempla una evaluación psicológica de los colaboradores como el medir su nivel de estrés, identificar trastornos mentales, entre otros. La norma también señala la aplicación de una política de prevención de riesgos psicosociales, la cual se debe establecer con base en las condiciones del centro de trabajo de cada organización, en pocas palabras, es personalizada.

Adicional abarca puntos sobre la evaluación del entorno organizacional, cómo y cuándo aplicar las medidas y acciones de control, cómo identificar a los colaboradores que fueron sujetos a acontecimientos traumáticos severos, cuándo se deben de aplicar exámenes médicos y evaluaciones psicológicas a los trabajadores (estas se efectúan por personal especializado) y cómo informar a los colaboradores sobre la prevención de los riesgos de factor psicosocial en el centro de trabajo. Siguiendo las guías de referencia que se proporcionan en la norma, las organizaciones podrán estar más cerca de tener un entorno organizacional favorable para los colaboradores.

Método y técnica

El método utilizado para la realización de este trabajo fue el documental, los datos recabados fueron obtenidos de artículos de revistas, lectura de documentos del Gobierno de México y tesis. El Dr. Suck (1995, p.49) cita a Duverger (1972, p.60) el cual describe a la investigación documental como: “todo aquello en lo que ha dejado huella el ser humano”. Las técnicas utilizadas fueron la bibliografía, fuentes digitales y el análisis de contenido.

Resultados

Los resultados de la presente investigación se basan en artículos, investigaciones y tesis publicados por otros autores y son fundaméntales porque cumplen el objetivo planteado en la presente investigación.

Un ejemplo es la investigación realizada por Anaya (2006) “Diagnóstico De Seguridad E Higiene Del Trabajo Listados De Verificación Basados En La Normatividad Mexicana” en el cual la autora define un método para realizar un diagnóstico de seguridad e higiene en el trabajo especificando que: “Este procedimiento permite comparar un lugar con otro, bajo los mismos requisitos de la normatividad o con el mismo lugar de un año respecto al anterior. También, el poder aplicar medidas de control exitosas o mejorarlas” (Anaya, 2006).

En cuanto a los resultados obtenidos en su investigación, la autora indica que:

Cuando, por el contrario, se han estado realizando las acciones de SHT programadas a partir del diagnóstico durante varios ciclos, lo más probable es que se tengan excelentes niveles y un sistema de administración de la SHT que permita, mediante la observación de unos cuantos indicadores, verificar que se está cumpliendo la normatividad y será observable en la satisfacción del personal, en los resultados de calidad y en la productividad y por tanto, de la competitividad de la organización (Anaya, 2006).

Otro ejemplo es la tesis: “Propuesta para un cambio en la jornada laboral en México con base en esquemas flexibles de trabajo” de la autora Fernández (2017) la cual está fundamentada en estudios realizados por otras organizaciones, en donde aborda que:

> La falta de flexibilidad de las jornadas de trabajo en las organizaciones provoca una alta rotación de personal, baja moral y productividad, mal ambiente de trabajo, desperdicio de los recursos de la empresa, calidad de vida deficiente para los empleados, falta de oportunidades para pasar tiempo con la familia o realizar otras actividades del

> interés de cada individuo (Fernández, 2017, p.8).

La tesis de Fernández (2017) es importante para esta investigación debido a los análisis que se hacen en tema de calidad de vida, motivación, satisfacción laboral, entre otros, así mismo hace comparaciones con lo establecido en la Ley Federal del Trabajo y la evolución de la tecnología; la autora expone que, con tantos avances tecnológicos, en algunas áreas o departamentos de la organización se puede implementar el home office.

La investigación de la autora Acevedo (2012) publicada en la revista Salud de los trabajadores, también resulta importante para este trabajo ya que el objetivo de su investigación es:

> Identificar los tipos de agresión o violencia percibidas por los trabajadores y las trabajadoras, las respuestas y consecuencias a la salud relacionadas con la violencia experimentada en la empresa; analizando las diferencias de género, a fin de desarrollar acciones orientadas a erradicar la violencia laboral en el centro de trabajo (Acevedo, 2012, p.171).

De igual manera señala que:

> El acoso y la violencia laboral pueden ocurrir de una persona a un colectivo o de un colectivo a una persona. Puede ser vertical: de un jefe hacia sus subalternos (descendente) o de éstos hacia su jefe o jefa (ascendente), y horizontal, entre compañeras y/o compañeros de trabajos (Acevedo, 2012, p.170).

En este trabajo de investigación se hace un estudio a trabajadores del sector manufacturero en México sobre el grado de violencia laboral que sufren, la autora proporciona las siguientes cifras:

> Lo que los trabajadores de ambos sexos resienten como situaciones de violencia más frecuentes son relativas a la organización del trabajo o el contenido de las tareas: cambios laborales 53,4%, prohibiciones 28,9% o aislamiento 7,6%, sin diferencias significativas según el sexo [...] (Acevedo, 2012, p.172).
>
> En segundo lugar, señalan las agresiones verbales (gritos, groserías, insultos) en 51% de los trabajadores, siendo algo mayor en las mujeres (54,1%) pero no es significativa la diferencia. Las agresiones físicas son menos frecuentes tanto en los hombres (4%) como en las mujeres (3,4%) (Acevedo, 2012, p.172).
>
> Para la mayoría es el superior inmediato el agresor 56,7% en los hombres y 37,6% en las mujeres, es violencia descendente vertical; pero también se observa agresión horizontal intragénero, más frecuente entre las mujeres (24,7%), los hombres reciben agresiones de sus pares en 15,8% [...] (Acevedo, 2012, p,173).

Teniendo todos estos datos la autora especifica que a raíz de estas agresiones los colaboradores presentaron malestar en la salud, afectando la calidad de vida. Es un trabajo fundamental porque se dan cifras derivadas a implementar un método cuantitativo y ayuda a tener una estadística sobre el tema de violencia laboral.

En otra investigación realizada por varios autores y publicada en la revista GEON se analiza cómo la comunicación y el liderazgo influyen en el clima laboral, el estudio se realizó en PYMES de la industria textil en el estado de Hidalgo. Los autores señalan que para tener una mejor noción del clima laboral de la empresa es fundamental conocer la percepción que tienen los líderes (jefes) y los colaboradores sobre esto.

Para la realización de su trabajo de investigación los autores consideraron a treinta empresas (las más importantes de la región de Hidalgo) participando un total de 150 colaboradores y 50 jefes. Recopilaron datos como la edad, sexo, educación y antigüedad de los colaboradores además de impartir una encuesta sobre el clima laboral.

Los resultados de la investigación de estos autores fueron: “se observó por un lado que los trabajadores perciben un clima bajo mientras que los jefes perciben

un clima bueno este contraste obtenido por parte de los trabajadores y jefes" (Martínez et al., 2018, p.87).

Así mismo argumentan que:

> Los gerentes o jefes en su mayoría tienen experiencia y conocimientos en la fabricación, venta de productos, muchos de estos hombres y mujeres han recibido su formación principalmente a través de la práctica o en la educación gerencial tradicional, no cuentan con estudios de gestión de recursos humanos, comunicación, liderazgo entre otros, es por ello que el cambio deseado debe de ser paulatino, constante, pero lo más importante hay que iniciar (Martínez et al., 2018, p.88).

La investigación de los autores muestra percepciones diferentes entre el colaborador y el jefe en relación al clima laboral y es fundamental en esta investigación porque los jefes, encargados, supervisores, etc., dentro de las organizaciones pueden tener la mejor percepción en cuanto a su forma de liderazgo, pero no se detienen a preguntar al colaborador, quien puede tener una percepción completamente contradictoria.

Discusión y Conclusiones

El capital humano es de suma importancia para que una organización funcione y es necesario velar por su satisfacción para que esté motivado y se realicen las actividades laborales de la mejor manera posible, en un ambiente salubre y sin riesgos. Es importante que se emitan planes estratégicos para reducir los riesgos de un accidente o una enfermedad en el trabajo, así que tanto las autoridades gubernamentales como las de empresas deben optar por medidas que reduzcan estos factores de riesgo y que a su vez motiven al personal, porque cuando un colaborador se siente feliz, motivado y tiene el sentido de pertenencia con la empresa hay bajas probabilidades de que este renuncie.

En la investigación se definen los factores de riesgo psicosocial como las jornadas de trabajo excesivas, el liderazgo negativo, las relaciones negativas de trabajo, entre otras, estos se detallan en la NOM-035, la cual está protegida por la Ley Federal de Trabajo y el Reglamento Federal de Seguridad e Higiene los cuales establecen lineamientos para que las organizaciones puedan tener un ambiente laboral favorable para el colaborador.

Todas las investigaciones expuestas por otros autores abarcan temas relacionados con la jornada laboral, el clima organizacional teniendo como factor el liderazgo, violencia laboral, entre otros. De igual manera se presentan los resultados obtenidos por los autores y las recomendaciones que brindan para tener una mejora en la organización.

En ningún centro de trabajo debe existir la discriminación, todos deben tener las mismas oportunidades de capacitación, salario, comunicación, descansos, vacaciones, etc. De igual manera las empresas tienen que abordar temas de inclusión, equidad de género e igualdad entre todos los colaboradores y jefes para prevenir malos tratos o violencia debido a la discriminación. A su vez los colaboradores deben seguir las normas en materia de seguridad e higiene que la empresa establezca para velar por su calidad de vida.

Referencias

Anaya, A. (2006). Diagnóstico de seguridad e higiene del trabajo listados de verificación basados en la normatividad mexicana. *e-Gnosis*, *4*, 0. https://www.redalyc.org/pdf/730/73000403.pdf

Fernández, G. (2017, agosto). *"Propuesta para un cambio en la jornada laboral en México con base en esquemas flexibles de trabajo"* [Tesis]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Recuperado septiembre 22, 2023, de: https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/4ffc1430-90fe-46d3-8350-8c83a8e490d7

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). *Constitución Política de los*

Estados Unidos Mexicanos. Cámara de Diputados. Recuperado septiembre 27, 2023, de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Gobierno de México. (2018). *Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención.* Gobierno de México. Recuperado septiembre 29, 2023, de https://www.gob.mx/stps/articulos/norma-oficial-mexicana-nom-035-stps-2018-factores-de-riesgo-psicosocial-en-el-trabajo-identificacion-analisis-y-prevencion

IMSS. (2023). *Estrés Laboral*. IMSS. Recuperado septiembre 14, 2023, de http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estres-laboral

Ley Federal del Trabajo. (2019, mayo 1). *Ley Federal del Trabajo*. Cámara de Diputados. Recuperado septiembre 13, 2023, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFT.pdf

López, E. (2022, abril 5). *Estrés laboral, ansiedad y depresión, lo que más padecen los mexicanos*. El Economista. Recuperado septiembre 13, 2023, de https://www.eleconomista.com.mx/el-empresario/Estres-laboral-ansiedad-y-depresion-lo-que-mas-padecen-los-mexicanos-20220405-0175.html

Martínez, E., Hernández, T. J., Torres, D., García, M. d. R., & Montaño, O. (2018). La realidad comunicacional, liderazgo y clima laboral de la pequeña empresa industrial textil en el Estado de Hidalgo. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones y Negocios.)*, *5*(1), 76-90. https://revistageon.unillanos.edu.co/index.php/geon/article/view/15/9

NOM-035-STPS-2018. (2018, octubre 23). *Diario Oficial de la Federación*. DOF - Diario Oficial de la Federación. Recuperado septiembre 29, 2023, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018#gsc.tab=0

Organización Internacional del Trabajo. (2019, April 18). *Surgen nuevos problemas de seguridad y salud a medida que el trabajo cambia*. ILO. Recuperado septiembre 13, 2023, de https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_686761/lang--es/index.htm

Secretaría de Economía Y Gobierno de México. (2023). *Industrias Manufactureras: Salarios, producción, inversión, oportunidades y complejidad | Data México*. Secretaría de Economía | Gobierno. Recuperado septiembre 13, 2023, de https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/manufacturing

Secretaria de Trabajo y Previsión Social. (2014, noviembre 14). *Reglamento Federal de Seguridad y*

Salud en el Trabajo. Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. DOF 14-11-2014. Recuperado septiembre 20, 2023, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011). *NOM-019-STPS-2011*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social | Gobierno | gob.mx. Recuperado septiembre 29, 2023, de https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/guia_019.pdf

Tena Suck, A., Rivas-Torres, R. (1995). *Manual de investigación documental: elaboración de tesinas.* Colombia: Universidad Iberoamericana.

Importancia del uso de redes sociales en adolescentes universitarios

Autor: Giovanna Gallegos Cervantes

Resumen

En el presente documento se pretende describir el uso positivo y negativo de las redes sociales en los adolescentes de la Universidad Tecnológica de Querétaro tomando una muestra de alrededor de 85 alumnos de, así también como Indagar sobre algunas de las razones que los motivan a los adolescentes a convertirse en usuarios de estas redes, el tiempo que dedican diariamente y semanalmente al internet, haciendo énfasis en las distintas aplicaciones existentes y el grado de conocimiento y uso que tienen de cada una. Cuáles son las redes de su preferencia y para qué las usan; conocer de qué forma interfieren en sus relaciones sociales y si les preocupa su privacidad y las medidas que toman para protegerla que les genera estando la mayor parte de su tiempo conectados; La elaboración del presente estudio es mediante el método estudio de caso a través de una encuesta para verificar si se hace uso correcto o incorrecto de ellas y cuales son algunos de los factores por los cuales pasan mucho tiempo en dentro de ellas. Así como también hacerlos pensar en el tiempo que invertimos, como crecemos y de que manera nos enriquecemos la mente de cosas buenas o positivas

Abstract

This document aims to describe the positive and negative use of social networks in adolescents at the Technological University of Querétaro, taking a sample of around 85 students, as well as to investigate some of the reasons that motivate adolescents. to become users of these networks, the time they dedicate daily and weekly to the Internet, emphasizing the different existing applications and the degree of knowledge and use they have of each one. What networks do you prefer and what do you use them for? know how they interfere with their social relationships and if they are concerned about their privacy and the measures they take to protect it generated by being connected most of their time; The preparation of this study is to develop the case study method through a survey to verify whether correct or incorrect use is made of them and what are some of the factors why they spend a lot of time in them. As well as making them think about the time we invest, how we grow and how we enrich our minds with good or positive things..

Palabras clave: Redes sociales, Adolescentes, relaciones

sociales, Internet, tiempo.

Keywords: Social networks, Adolescents, relationships social, Internet, time.

Introducción

El impacto de las redes sociales en el desarrollo de lo alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro la idea de este documento es mostrar el por que las redes atrapan la atención de las personas tomando bastante tiempo de su rutina que hasta olvidan que es lo que están haciendo. Estas redes se han convertido en una forma de comunicación, es importante ver como estas redes atrapan al usuario de una manera persuasiva. Se Escenario: El escenario de la presente investigación se Llevará a cabo dentro del ámbito educativo en la Universidad Tecnológica de Querétaro debido a que aquí encontramos a los involucrados. En la actualidad la (UTEQ) ha tenido alumnos de distintitas edades desde los 18 años en adelante lo cual la mayoría de personas están estudiando y trabajando o algunas de ellas deciden a través de las redes sociales generar dinero y a su vez muchos también utilizan las redes para el aprendizaje o solo pasar el rato, creo que es un escenario amplio de abordar para analizar si es que realmente el uso de las redes sociales en los universitarios es adecuado o no.

Actores: El siguiente planteamiento se llevará a cabo mediante el método cualitativo en el cual los actores de este serán los alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) de licenciatura debido a hay interés

hará un estudio de caso del comportamiento juvenil revisando alguna información técnica y haciendo algunas encuestas para saber que es lo que opinan los jóvenes acerca del tema, que de bueno tiene que aspectos positivos le ven el estar la mayor parte del tiempo conectados, y realmente el uso que le dan a estas.

La popularidad de Facebook ha caído en los últimos tiempos, tanto por parte de los usuarios más jóvenes como por aquéllos que buscan una experiencia más relacionada con el contenido.Esto se debe principalmente al crecimiento del uso de vídeos en Internet. De ahí el aumento de usuarios en Instagram, Snapchat y YouTube, incluso podemos mencionar TikTok.Cuando surgieron las redes sociales solo eran algo para los jóvenes. Pero hoy en día todas las generaciones usan estas plataformas diariamente.En Business2Community citan un estudio reciente de The Manifest, en Estados Unidos, indica que más del 80 % de cada grupo etario usa las redes sociales todos los días. Los baby boomers llegan al 86 %, la generación X 81 %, los millennials 88 % y los Z un 89 %.La explicación empieza porque el uso de Internet se ha expandido más y más cada año. Más personas tienen acceso a la web, bien sea a través de ordenadores o de sus móviles. Y

con estos a las redes sociales.Cada generación escoge las redes sociales que usa llevadas por el contenido que quieren ver. La frecuencia de uso depende de sus intereses, comunidad, metas y otros.

Diferentes generaciones usan distintas redes sociales de maneras variadas:Los baby boomers usan Facebook para chatear, leer noticias y compartir contenido.La Generación Z usa Snapchat porque prefiere comunicarse a través de vídeos. También porque aprecian la privacidad.Los millennials son más multiplataformas. Pueden tener perfiles en Facebook, Instagram y hasta en Snapchat. Silva, A. (2019, 26 de diciembre)

Las redes sociales dentro de las instituciones Educativa ocupan un rol fundamental en la socied ad en la que vivimos: Las redes sociales se apoyan en los mundos sociales tanto virtuales como reales, ya que Ambas interacciones implican conectividad en línea, fuera de línea. Desdeeste punto de vista, se sugiere que las redes brindan la oportunidad de elegir la mejor herramienta para la interacción, como una solución a las limitaciones de comunicación que existen a nivel personal, la mayoría de las cuales están relacionados con los sistemas de gestión del aprendizaje. (Alvarado etal.,2019, p.885) establece que las redes sociales cada vez ocupan un rol fundamental en la sociedad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la adicción se considera una enfermedad cerebral, igual que otros trastornos neurológicos o psiquiátricos reconocidos. Esta es una enfermedad que afecta a la neurotransmisióny las interacciones dentro de la estructura de nuestro cerebro. Al igual que otras enfermedades crónicas, la adicción se desarrolla, en ocasiones, con recaídas. Sin un tratamiento apropiado, la enfermedad es progresiva y puede concluir en discapacidad irreversible y/o muerte prematura. Es una enfermedad neurológica y necesita ser tratada por profesionales. Los pacientes adictos son enfermos recuperables, por lo que, con el correcto tratamiento, pueden rehabilitarse completamente (Fundación hay salida, 2020).Las adicciones pueden llevarnos a problemas graves para nuestra salud tanto física como mental. Es importante detectarlas en un estado anticipado para así poder conseguir un diagnóstico y tratamiento efectivos. Asimismo, es muy importante la colaboración de amigos y familiares, tanto en la detección como en el tratamiento y posterior seguimiento. Esta dependencia puede llegar a causar daño a otras personas también, los que se encuentran en nuestro alrededor, ya que podemos hacer que ellos sufran de ansiedad o de estrés por preocupación, sin darnos cuenta de lo que estamos causando. Esta enfermedad puede surgir por muchas razones, siendo una de ellas el uso continuado de las redes sociales (Top Doctors, 2020).

Para relacionarse con las personas de forma auténtica y afectuosa, es necesario relacionarse también con uno mismo. Como lo transmiten los autores mencionados anteriormente sobre la adicción a las redes sociales (ver más abajo), parece haber una adicción tecnológica generalizada que se está apoderando de toda nuestra

sociedad y de gran parte de nuestro mundo. La tecnología de los medios de comunicación es en sí misma extremadamente impresionante y útil, con amplios beneficios para ampliar y expandir la información y la comunicación. Sin embargo, creo que es fundamental que las personas controlen la tecnología, y no al revés. Lo que veo a mi alrededor son empresarios y comercializadores de tecnología multimillonarios que comercializan con éxito su última tecnología de redes sociales, especialmente entre niños y adolescentes, hasta el punto en que nuestros niños están creciendo "vicariamente", es decir, estando pegados a sus dispositivos tecnológicos informáticos como si fueran sus propios dispositivos. forma favorita de pasar el tiempo. Hoy en día todo es rápido, espontáneo y “en línea”. ¿Qué pasó con la “profundidad existencial o el asombro”? (Schneider, 2004). Retrocediendo un poco más en el tiempo, me pregunto qué dirían Nietzsche (1885/2012) o Kierkegaard (1843/2013) si fueran capaces de ver nuestra actual sociedad tecnológica moderna de redes sociales.Benjamin,

Objetivo General:

Determinar cuál es la importancia de usar las redes sociales que ganancia genera.

¿Cuáles su punto de interés en las redes sociales?

Objetivos específicos:

Identificar si le están dando un mal o buen uso a cada red social

¿Qué ganan perdiendo la mayor parte del día en las redes sociales?

Conocer cuánto es el tiempo que dedican las personas al uso de las redes sociales.

¿Cuánto tiempo gastan las personas en las redes sociales?

Reconocer cuales son los factores de acceso a las redes sociales

¿Cuál es su interés de las personas estando en las redes?

Hipótesis general: Las redes sociales tienen un impacto positivo y también negativos en las personas debido a la utilización de cada uno de ellos es diferente. En cuanto a lo negativo es impresionante como los jóvenes pueden pasar horas y horas en el internet y olvidándose de todo lo que está a su alrededor

En cuanto a lo positivo que muchos de ellos también pasan el mayor tiempo del día en ellas debido a que hora es su entrada de ganar dinero, también ampliar el conocimiento y la comunicación

¿Es más el impacto positivo o negativo en los alumnos universitarios?

Hipótesis especificas:

La población de jóvenes universitarios utiliza con más frecuencia las redes sociales que la población de secundaria

¿Cuáles son los factores que conlleva que los alumnos universitarios utilizan mas las redes que la población secundaria?

Es ocio el uso de las redes sociales como es Facebook, Instagram, Snapchat, WhatsApp, TikTok. lo que los alumnos universitarios de la Universidad Tecnológica de Querétaro

¿Por qué será distracción en horario escolar?

Los jóvenes universitarios ahora utilizan las redes sociales como entrada de dinero creando contenido

¿Qué ganancias deja el uso de ellos?

Premisa: El uso de las redes sociales está en popa y es casi inevitable una vida social virtual por parte de la juventud o de los adolescentes.

Justificación

A lo largo de la historia, se ha inventado y creado diferentes formas y medios para que sea más fácil comunicarnos así como herramientas que nos permiten adquirir información de manera instantánea, la tecnología ha avanzado gradualmente a lo largo de los años, trayendo consigo nuevas formas y procesos que han transformado la manera de vivir del ser humano, sin embargo también ha traído consigo una ola de opiniones personales diversas haciendo énfasis en el uso de las redes sociales, del cómo cada individuo hace uso de estas, uno de los temas que más sobresalen y más controversial es el uso adecuado e inadecuado de esta maravillosa herramienta, las redes sociales nos permiten adquirir información de todo tipo, información educativa, información informativa pero también y no menos importante, mucho contenido basura que es el núcleo de esta redacción.

Las redes sociales nos permiten estar al tanto de todas las cosas que a simple vista no podemos ver o saber, podemos obtener información inmediata de todo lo que ocurre a nuestro alrededor, como datos importantes del clima, noticias, hallazgos, etc. El Impacto causado en las redes sociales en el proceso de comunicación fue un fenómeno en estos últimos años, no sólo las utilizan personas para comunicarse de una forma instantánea. intercambiar ideas. reencontrarse con otras personas, compartir e intercambiar información en diferentes medios, sino también están siendo utilizadas por grandes corporaciones, organizaciones y compañías para promover sus productos y servicios, es una forma amplia de comunicación ya que tienen un encuentro más cercano con sus consumidores o afiliados.

La principal función de las redes sociales es establecer un vínculo que permite comunicarse con gente de todo el mundo, por otro lado, lamentablemente se ha hecho mal uso de estas y su función se ah tergiversado.

Estadísticamente hablando el mayor número de individuos consumen contenido basura, que fomenta el desinterés en actividades que ayuden a desarrollar y explotar los diversos dones y talentos en niños y adolescentes, sumando también claro la gran pérdida de tiempo que invierten detrás de una pantalla de cristal, los niños ya no quieren jugar, los adolescentes ya no quieren hacer tareas y los adultos ya no quieren

entablar una conversación con la persona que tienen a un lado, es mil veces preferible hablar con alguien por medio de un dispositivo eléctrico… y es lamentable! Ver como la juventud se va perdiendo, como la vida se nos va, ¡atrapados en un mundo intangible que ni siquiera tenemos solo vemos!

Basándonos de igual manera en números, ¡el contenido informativo, educativo y recreativo tiene el menor número de espectadores! ¿Por qué? A las personas les llama más la atención reírse de un mal chiste que aprender algo nuevo día con día, de nutrir sus conocimientos, de enriquecerse de sabiduría, es considerado poco atractivo, hemos llegado al punto donde nos importa más saber la vida de alguien que ni siquiera conocemos o frecuentamos que de nuestra propia familia, al grado de importarnos más cuantos likes tiene nuestro nuevo post que de ocupar nuestro tiempo, en estudiar, ejercitarse o simplemente pasar un rato ameno y agradable con las personas que queremos.

¿A qué personas estamos sobre valorando ahora? Es lamentable como jóvenes bailando, comiendo, haciendo críticas destructivas y hablando de vidas ajenas, mostrando sus cuerpos, etc. hoy en día tengan un ingreso monetario mayor que cualquier médico, arquitecto, cirujano, enfermero, maestro, abogado, psicólogo, etc. personas académicamente preparadas. Esto causa que los jóvenes de ahora ya no se preocupen por tener un título académico, para que esforzarse si el campo de trabajo es muy peleado y limitado, para que estudiar si no ejerceré, para que graduarme si una persona con escolaridad básica gana tanto dinero subiendo contenido a redes sociales.

Antecedentes

Para empezar, debemos recordar el nacimiento de Internet, allá por 1947, cuando la Guerra Fría daba sus primeros pasos, enfrentando a ciudadanos de extremo a extremo del mundo; unos occidentales y capitalistas (liderados por Estados Unidos), y otros orientales y comunistas (liderados por, entonces, la Unión Soviética).

Una auténtica batalla por el poder que motivó numerosos avances tecnológicos. Entre ellos, EEUU creó la Advanced Research Projects Agency (ARPA), que una década más tarde asentó los pilares de lo que sería conocido como Internet, ya que su red ARPANET permitía el intercambio de información entre instituciones.

Gracias a esto, con el paso del tiempo, usuarios de diferentes partes del mundo empezaron a estar en contacto gracias a los correos electrónicos (siendo el primero enviado en 1971) o al Proyecto Gutenberg (biblioteca online gratis), en 1971. Unos años más tarde, en 1991, la red de Internet global se hizo pública, con el World Wide Web (lo que, comúnmente conocemos como «www»), y así surgió Internet.

Esto cambió en 1997, cuando se creó SixDegrees, la que puede considerarse como la primera red social del

mundo; una red que permitía localizar a otros miembros de la red y crear listas de amigos, y que se basaba en la teoría de los seis grados de separación, que afirma que es posible conectar con cualquier otra persona del mundo en tan solo 6 pasos. La llegada de Friendster, MySpace y LinkedIn (2002/2003)

En 2001, como decíamos, SixDegrees desapareció, pero fueron solamente necesarios unos meses más para que los entonces afortunados usuarios digitales pudieran empezar a disfrutar de nuevas redes sociales, como Friendster, que se creó en 2002 como una red social para amantes de los videojuegos, o MySpace y LinkedIn, que aparecieron en 2003,

En 2004, un joven universitario procedente de la Universidad de Harvard colocó la guinda del pastel, y creó la red social más importante, en la actualidad, del mundo: Facebook. Aquel joven estudiante (que hoy en día podríamos fácilmente catalogar como «nerd»), es conocido como Mark Zuckerberg

Solamente un año más tarde, en 2005, surgió una nueva revolución, que hoy en día se mantiene como una de las

redes sociales más importantes: YouTube. Una red creada por Chad Hurley, Steve Chen y Jawn Karim en San Bruno, California.

En 2006 surgió, en San Francisco y de la mano de Jack Dorsey, Noah Glass, Biz Stone y Evan Williams, la red social de microblogging: Twitter, que inicialmente se llamó Twitter, para evolucionar después al nombre actual.

La que hoy en día podemos considerar como la app de mensajería instantánea más famosa surgió en 2009, y fue creada por el ucraniano Jan Koum. La misma se creó, originalmente, con la utilidad de ser una agenda inteligente -de ahí que se vincule con la agenda de contactos de nuestro terminal móvil-, permitiendo al usuario ver qué estaba haciendo cada persona en cada momento, con la finalidad de saber si podía iniciar o no

una conversación con él. De ahí, su nombre: WhatsApp («¿Qué hay?», «¿Qué pasa?»)

En 2010, Instagram llegó al mercado, posicionándose rápidamente como la red social más fotográfica por excelencia, con un éxito superior a otras opciones como Flickr.

Por su lado, TikTok, que surgió a finales de 2016, conociéndose también como Douyin en China, es una red social con un gran tirón entre los adolescentes, y no tan adolescentes, a día de hoy.

TikTok, que compró Musically en 2018, es una red social que podría compararse con una mezcla entre Vine y Snapchat, con la que se pueden crear compartir y descubrir vídeos muy breves, que van desde los 15 segundos de duración hasta un máximo de 10 minutos.

Teoría:

una unidad de trabajo gamificada puede incorporar herramientas para fomentar el aprendizaje interactivo de los estudiantes, como Kahoot o Quizizz, pero se necesita promover sistemas para el seguimiento continuo del aprendizaje logrado y que permitan, a su vez, el análisis de la reflexión crítica y comunicación intragrupo para la resolución de los retos.

Ángel Deroncele-Acosta, Patricia Medina-Zuta, Félix Fernando Goñi-Cruz, Eldis Román-Cao, Mariel Michessedett Montes-Castillo y Eloísa Gallegos-Santiago en su trabajo “Innovación Educativa con TIC en Universidades Latinoamericanas: Estudio Multi-País” consideran que activar procesos educativos con TIC requiere una gestión institucional sistemática y planificada. De ahí, la necesidad de evaluar las condiciones institucionales para promover la innovación educativa con TIC. Ponen en marcha un estudio comparado de cuatro universidades tratando de identificar dichas condiciones, desde la perspectiva de los docentes, y asegurar el desarrollo y sostenibilidad de la educación con TIC.

“Como especie estamos muy en sintonía con la lectura de señales sociales”, dice Catherine Steiner-Adair, EdD, psicóloga clínica y autora de The Big Disconnect (página en inglés). “No hay duda de que los niños están perdiendo habilidades sociales muy importantes. De alguna manera, enviar mensajes de texto y comunicarse en línea no es que provoque una discapacidad del aprendizaje no verbal, pero sí coloca a todos en un contexto de discapacidad no verbal, donde el lenguaje corporal, la expresión facial e incluso los tipos más pequeños de reacciones verbales se vuelven invisibles”.

Conceptos;

Blog: «Abreviación del término "web log". Es una publicación compartida en línea que permite al usuario (denominado Blogger) agregar nuevas publicaciones (denominadas "blogging") por medio de una interfaz amigable para el usuario que no requiere codificar en lenguaje HTML. Las publicaciones en el blog son usualmente organizadas en un orden cronológico, con la última publicación al inicio» (Simonson y Supersalud, 2019). (Alonso, 2022)

Redes sociales: Las redes sociales son plataformas digitales que conectan entre sí a personas con intereses, actividades o relaciones en común (como amistad, parentesco o trabajo). Estas plataformas permiten el contacto entre los individuos que las componen y funcionan como un medio para intercambiar información. La información publicada por un usuario puede ser pública o privada. (Llonch, 2021)

Son un tipo de información, diversión donde se puede compartir momentos sentimentales donde también se puede expresar sobre cualquier tema.

Tecnologías de la Información y la Comunicación: Las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) permiten la creación, modificación, almacenamiento y recuperación de información. Su desarrollo ha ido a la par de la evolución de lo que se ha denominado “la sociedad del conocimiento” o “sociedad de la información”, en el sentido de los cambios sociales, culturales y económicos que han sido generados por su uso e incorporación a la vida cotidiana. (TIC En La Educación: Un Reto aún Por Afrontar, 2019

Las tecnologías de la información y la Comunicación brindan la posibilidad de concretar el aprendizaje como comunicar, crear la información los contenidos y el conocimiento.

Influencer: Una persona influyente o influencer es alguien que, gracias a su personalidad y sus habilidades sociales, tiene una gran influencia sobre la opinión y la decisión de otros. Estas cualidades son idóneas para convertirse en prescriptor de una marca o un producto. (Marketing De Influencers, Estrategia De Social Media, 2023)

Son personas que tienen una gran influencia en las redes sociales y que pueden generar opiniones, tendencias o comportamientos en sus seguidores. Pueden ser de diferentes ámbitos, pueden tener un impacto positivo o negativo en la sociedad, según el contenido que publiquen el mensaje que transmitan o la responsabilidad que asuman.

Método

La presente investigación Importancia del uso de las redes sociales en los adolescentes universitarios

El uso de las redes sociales en la actualidad tiene fuertes implicaciones tanto en lo social como en lo pedagógico las nuevas tecnologías cada día más tienen importancia para los jóvenes. Esto provoca un despertar en los jóvenes de estar demasiado tiempo a través estas redes. Además, no lo critican lo que ven si no que ahora ya son capaces de usarlas para una entrada de dinero ganando a través del contenido que suben ya toman decisiones un poco más fuertes.

En esta investigación se utilizará el método de estudio de caso ya que permite analizar los roles participantes de los estudiantes, con el propósito de identificar el valor de cada individuo y su importancia dentro de la red, formada a partir de una actividad colaborativa, identificándolos factores que benefician la interacción y la participación a partir de las relaciones dirigidas entre los participantes.

Cabe reseñar que este estudio no ha sido diseñado para ser representativo del consumo mediático de los adolescentes españoles, sino que su objeto de análisis son los jóvenes más productivos y creativos en el ámbito informal, ya que a partir de ellos se detectarán las competencias transmedia y estrategias informales de aprendizaje para crear actividades didácticas en el ámbito de la educación formal. Por tanto, para este artículo nos hemos centrado principalmente en los datos cualitativos de la investigación con el fin de inferir las

tendencias de consumo y prácticas mediáticas principales de los adolescentes españoles. En este sentido, somos conscientes que las prácticas mediáticas a nivel pseudo-profesional no son mayoritarias, ni tanto para las audiencias prosumidoras jóvenes ni para las del ámbito adulto, aunque consideramos que es pertinente profundizar en el tipo de prácticas productivas de estos usuarios dentro del actual ecosistema transmediático. Una vez seleccionadas las escuelas por parte de cada equipo investigador, se procedió a realizar una serie de cuestionarios a los jóvenes, con el objetivo de conocer a modo exploratorio cuáles eran sus intereses tanto a nivel de consumo como de producción mediática, poniendo el énfasis si se trataban del ámbito videolúdico o el de la cultura participativa

Resultados

A lo largo de este estudio se detectaron tres grandes ámbitos de profesionalización entre el conjunto de prácticas mediáticas que llevan a cabo los adolescentes de la muestra: videojuegos, lectura y escritura creativa, y redes sociales. Asimismo, durante el proceso de análisis cualitativo de la investigación, se han detectado dos aspectos fundamentales que no se habían planteado inicialmente en las preguntas de investigación. El primero hace referencia a las cuestiones de consumo y producción de los adolescentes con respecto al género, y el segundo a la utilización de plataformas como YouTube para la producción de contenidos audiovisuales transversales a las tres áreas de profesionalización de los adolescentes.

Bibliografías:

García Gómez, R. J. y Escudero, J. M. (2021). Presentación. Innovación educativa. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Efi cacia y Cambio en Educación, 19(4), 5-12.

de la Hera, C. (2023, agosto 14). Historia de las redes sociales: cómo nacieron y cuál fue su evolución. Marketing 4 Ecommerce - Tu revista de marketing online para e-commerce. https://marketing4ecommerce.net/historia-de-las-redes-sociales-evolucion/

Silva, A. (2019, 26 de diciembre). Lo más destacado en las redes sociales en 2019 . Posicionamiento de Sistemas web. https://www.posicionamientoweb.systems/redes-sociales/lo-mas-destacado-redes-sociales-2019/

E. Do We Live in a Social Media Technology Addicted Society?(s.f.). Integral World. Consultado el 27 de diciembre de 2020. http://www.integralworld.net/benjamin76.htmlBermejo

Representación de pacientes jóvenes oncológicos en el filme *Bajo la misma estrella*

Angela Lucia Depalo Sandoval.
Miriam Herrera Aguilar.
Universidad Autónoma de Querétaro.
Correo: adepalo07@alumnos.uaq.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es analizar el discurso que rodea la representación de pacientes jóvenes oncológicos, específicamente en el caso de la película *Bajo la misma estrella* (*The Fault in Our Stars*, 2014) y contrastarlo con el contexto de quienes padecen esta enfermedad en la cotidianidad. El estudio se sustenta, por un lado, en la teoría cinematográfica y, por otro, en una metodología cualitativa. Como principal resultado se tiene que el filme analizado deja ver que el cáncer de pacientes jóvenes suele representarse rodeado de estereotipos como caída del cabello, debilidad física y emocional y el sufrimiento constante. A diferencia de otras enfermedades, el cáncer se representa como un diagnóstico de muerte asegurada, dejando de lado las experiencias en que los pacientes sanan.

Palabras clave: análisis del discurso, cáncer, estereotipos, fenómenos sociales, jóvenes.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the discourse surrounding the representation of young cancer patients, specifically in the case of the film The Fault in Our Stars (2014) and contrast it with the context of those who suffer from this disease in everyday life. The study is based, on one hand, on film theory and, on the other hand, on a qualitative methodology. The main result is that the film analyzed shows that cancer in young patients is usually represented surrounded by stereotypes such as hair loss, physical and emotional weakness and constant suffering. Unlike other diseases, cancer is represented as a diagnosis of assured death, leaving aside the experiences in which patients heal.

Keywords: cancer, discourse analysis, stereotypes, social phenomena, youth.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es **analizar el discurso** que rodea la representación del cáncer en pacientes jóvenes oncológicos en el cine, específicamente en el caso de la película *Bajo la misma estrella* (Boone, 2014), basada en el Best-Seller *The Fault in Our Stars* del escritor norteamericano John Green (2012) y contrastarlo con el contexto de quienes padecen esta enfermedad en la cotidianidad. La propuesta se justifica desde dos perspectivas ampliamente relacionadas: una personal y otra teórica. Personalmente, el análisis busca reivindicar la posibilidad de un discurso no estereotipado frente al cáncer; ello debido a que la primera firmante padeció tal enfermedad. Aunado a lo anterior, como lo muestran distintas perspectivas de la teoría cinematográfica, compleja y multidimensional en sí misma, se acepta que el cine influye en la manera en que la sociedad percibe la realidad.

El cine, además de ser una narrativa que mezcla aspectos estéticos y retos contemporáneos, como señala Soulez (2011), también es un discurso sobre el mundo, genera debate. En la misma línea, una película es entendida, con base en Casetti y Di Chio (1991), "como objeto de lenguaje, como lugar de representación, como momento de narración y como unidad comunicativa: …como texto" (p.11). Si bien, de acuerdo con Gaudreault y Jost (1995), "la dicotomía 'documental/ficción' nunca ha funcionado mejor que el campo del cine, donde incluso es frecuente realizar una separación mecánica (y a veces mecanicista) entre películas pertenecientes al primer género y las pertenecientes al otro" (p. 39), el análisis cinematográfico, agregan estos autores franceses, deja ver que toda película participa, a la vez, de los dos géneros.

Bajo la misma estrella (Boone, 2014) es una película que se categoriza como ficción realista y, como tal, representa argumentos relacionados con tópicos de la realidad contemporánea, verosímiles, al tiempo que interpela a quien la visiona alrededor de tales argumentos. En este caso, el argumento del filme gira en torno a las vivencias de jóvenes

enfermos de cáncer, enfermedad que se define enseguida a partir de dos perspectivas, la médica y la social.

Definición técnica/médica de cáncer: el cáncer es un conjunto de enfermedades que se caracteriza por la proliferación descontrolada de células anómalas en cualquier parte del cuerpo. A diferencia de las células normales, que tienen un ciclo de vida programado de división y muerte, las células cancerosas o tumorales pierden esta capacidad y se multiplican sin límites. Esta rápida multiplicación da lugar a la formación de masas conocidas como "tumores" o "neoplasias", que pueden llegar a dañar y reemplazar los tejidos normales en su expansión (Puente y De Velasco, 2019).

Para definir el avance de la enfermedad en un paciente, el Instituto Nacional de Cáncer de Estados Unidos de Norteamérica (2022) propone utilizar el sistema TNM que agrupa cinco estadios o etapas y que, de manera generalizada, se usa para describir el cáncer:

- Etapa 0: hay células anormales sin haberse diseminado al tejido cercano: el también llamado Carcinoma *in situ* (CIS) no es cáncer, pero podría volverse canceroso.
- Etapas 1, 2 y 3: en estos hay cáncer; mientras más alto es el número, más grande es el tumor canceroso y más extendido está en los tejidos cercanos.
- Etapa 4: El cáncer se diseminó a otras partes distantes del cuerpo. (Instituto Nacional de Cáncer de Estados Unidos de Norteamérica, 2022)

Definición social de cáncer: la definición social del cáncer engloba cómo esta enfermedad afecta a la sociedad en su conjunto y de manera colectiva. Esto implica la forma en que se percibe públicamente el cáncer, las respuestas emocionales y actitudes hacia las personas afectadas, así como las ramificaciones sociales, económicas y culturales ligadas a la enfermedad. También aborda el rol de la comunidad en la prevención, apoyo y sensibilización sobre el cáncer, así como las políticas y recursos disponibles para abordar esta cuestión a nivel social. En resumen, la definición social del cáncer va más allá de los aspectos médicos y biológicos, considerando el impacto y las interacciones de esta enfermedad en la sociedad en su conjunto (Puente y De Velasco, 2019).

METODOLOGÍA

La perspectiva metodológica de este estudio es cualitativa (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2010); por una parte, se trata de un estudio de caso: el filme *Bajo la misma estrella* (Boone, 2014); por otra, se entiende que las diferentes formas de análisis textuales, documentales o del discurso, se enmarcan en esta perspectiva (Jensen).

Para seleccionar la muestra de escenas a analizar en el filme mencionado, se toman en cuenta dos criterios. Primero, de acuerdo con la propuesta aristotélica, se asume que el relato fílmico es una unidad organizada en: inicio, parte intermedia y final (Gaudreault & Jost, 1995; Crehana, 2020) y, con el objetivo de dar cuenta de la representación del cáncer en tal unidad, se eligen escenas de las tres etapas. En segundo lugar, con base en el criterio de "conveniencia" (Hernández-Sampieri et al., 2010), la selección privilegia escenas en las que se acentúa la representación de la enfermedad.

Así, para llevar a cabo en análisis del discurso, se expone cada escena seleccionada y, enseguida, se interpreta la representación de los pacientes oncológicos jóvenes. Lo anterior a partir del estado del arte de esta línea de investigación, de la comparación con datos médicos y de la experiencia vivida por la primera autora firmante, quien padeció linfoma de Hodgkin, cáncer que afecta al sistema linfático. Se busca realizar un análisis crítico, que pueda servir para contrarrestar ciertos tabúes que giran en torno a la situación de pacientes con cáncer.

RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN: ENTRE LA REALIDAD Y LOS ESTEREOTIPOS DEL CÁNCER

Para cumplir con el objetivo propuesto, a manera de contextualización, en un primer momento se ofrece la sinopsis correspondiente, para, en un segundo momento, presentar el análisis de las escenas seleccionadas.

1. **El relato de *Bajo la misma estrella* (2014)**

Hazel Grace Lancaster (Shailene Woodley) es una adolescente de 18 años que vive en Indianápolis, Estados Unidos; sufre cáncer de tiroides en etapa 4 y éste ha hecho metástasis en sus pulmones; considera que su enfermedad condiciona altamente su vida adolescente y está deprimida por ello. Sus

médicos y su madre, Frannie (Laura Dern), le piden que vaya a un grupo de apoyo semanal, con pacientes con cáncer, para hacer amigos entre personas que están pasando por lo mismo. Allí, Hazel conoce a Augustus "Gus" Waters (Ansel Elgort), un adolescente que perdió parte de una pierna por un cáncer óseo, tiene un carácter agradable y se muestra proactivo. Ese encuentro se prolonga y los hace cercanos.

2. Pasajes de una enfermedad asumidos como estereotipos

Como se ha dejado ver, el cáncer es una enfermedad compleja y, en el mismo sentido, se manifiesta de forma diferenciada; sin embargo, algunos síntomas y efectos colaterales se han convertido en estereotipos que se asocian indistintamente a quienes la padecen. Uno de los indicios que se concreta como estereotipo es la caída o, eventualmente, pérdida total del cabello.

En el filme aquí analizado, mientras Hazel cuenta su historia a Gus, a partir de un *flashback* a su infancia, se ilustran los altibajos del desarrollo de la enfermedad y, en su momento, la "inevitable" pérdida del cabello. Aunque, como se puede apreciar en la escena siguiente, ésta no se da manera espontánea sino voluntaria.

- Puedes dejarte ir, cielo. No tengas miedo – expresa Frannie, la madre de Hazel, a manera de despedida en un momento de crisis.
- Eso debió ser el fin, pero no lo fue – explica Hazel y prosigue –; los antibióticos surtieron efecto, me sacaron el líquido de los pulmones y con el tiempo me volví más fuerte. Incluso me pusieron en una prueba experimental, de esas que son famosas en la *República de Cancervania* porque no funcionan, se llama Phalanxifor; no funcionaba en más del 70% de los pacientes, pero por algún motivo funcionó en mí. Dijeron que era un milagro, mis pulmones siguen sin trabajar bien, pero en teoría podrían seguir igual durante… no lo sé, un rato.

Figura 1.

Frannie rapa la cabeza de Hazel cuando tenía 13 años



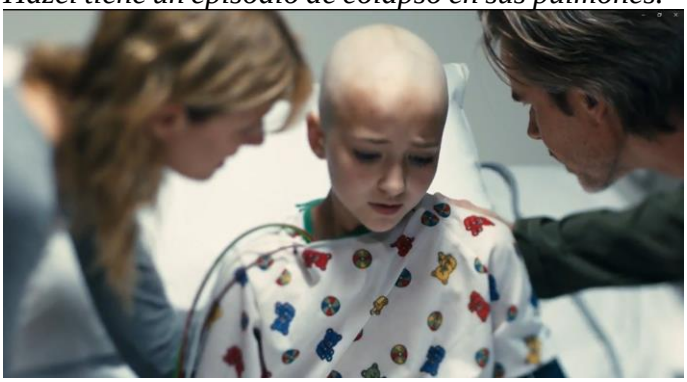
Fuente: Bajo la misma estrella (Boone, 2014; 13min 54s)

La "caída" del cabello del paciente de cáncer se identifica como un estereotipo ya que, si bien es probable que ésta se dé como un efecto colateral de la quimioterapia, no es algo que pueda generalizarse a todos los pacientes. Hay pacientes que no pierden el cabello en ningún momento del tratamiento, como es el caso de la investigadora firmante, que padeció esta enfermedad.

En lo que concierne a los efectos colaterales estereotipados, asociados a los pacientes que padecen cáncer, se tiene la manifestación del sufrimiento de quienes rodean a un ser querido que atraviesa tal situación. En la siguiente escena se muestra el desconsuelo perenne que atraviesa tanto el paciente como sus familiares.

Figura 2.

Hazel tiene un episodio de colapso en sus pulmones.



Fuente: Bajo la misma estrella (Boone, 2014; 14min 17s)

Como se lee en el anterior fragmento de guion y se observa en la Figura 2, los padres de Hazel se despiden de su hija desfalleciente, ante lo que se muestra como su muerte segura en ese momento. Si bien el relato muestra esta escena como un momento del pasado, superado por la protagonista

que lo narra, la amenaza es permanente. En este sentido, González de Dios, Tasso Cereceda y Ogando Díaz (2012) señalan que, en este tipo de películas, es habitual colocar a sus protagonistas agonizantes, con una enfermedad terminal y preparados para enfrentar un fin inevitable. Aspecto en el que se profundiza enseguida.

3. La enfermedad como epicentro de la vida del paciente

En una conversación, Gus nuevamente pregunta a Hazel por "su historia" y ella reinicia la respuesta dada anteriormente, lo que deja ver que no concibe su vida al margen de la enfermedad.

- Muy bien, ¿cuál es tu historia? – pregunta Gus a Hazel.
- Ya te la conté, me diagnosticaron a los 13… – intenta responder ella.
- No la historia de tu cáncer, tu verdadera historia: tus intereses, pasatiempos, pasiones, fetiches extraños – aclara él. (16min 30s - 17min 30s)

En ese contexto, Hazel recomienda a Gus leer su libro favorito: *Un dolor imperial* de Peter Van Houten (2013).

Figura 3.

Hazel y Gus, en casa de él, platican de lecturas.



Nota: *Bajo la misma estrella* (Boone, 2014, 16min 35s)

Si bien la enfermedad condiciona ampliamente la vida de quienes la padecen, en esta escena se ve cómo Hazel no logra separar su cáncer de la propia percepción de su persona; es lo primero que asocia cuando se le pregunta sobre ella. Sin embargo, el personaje encarnado por Gus, la lleva paulatinamente a valorar el espacio en el que ha cultivado otras áreas de su vida.

Así, cuando Gus termina de leer el libro recomendado, se sorprende por el abrupto final. Hazel explica que el autor se retiró a Ámsterdam después de la publicación de la novela y no se ha sabido nada más de él desde entonces. Ello será el inicio de una aventura en sus vidas. Unas semanas después, Gus anuncia a Hazel que contactó primero a Lidewij, la asistente de Van Houten, y después a este último, a través de correo electrónico. Por su parte, ella le escribe para averiguar más sobre el ambiguo final de la novela; sin embargo, el escritor responde que está dispuesto a contestar sus preguntas sólo en persona. Cuando Hazel pregunta a su madre si puede viajar a Ámsterdam para visitarlo, ella responde negativamente debido a complicaciones tanto económicas como médicas. Frente a ello, Gus propone a Hazel usar el "deseo" de la Make-A-Wish Foundation, pero ella le informa que lo usó a los 13 años para visitar Walt Disney World; él se manifiesta decepcionado en medio de bromas. Días más tarde, gracias a que él aún no había validado su "deseo", la sorprende con reservaciones para viajar a Ámsterdam. Sin embargo "viajar no es sencillo para quien padece cáncer".

Hazel tiene un colapso en uno de sus pulmones e ingresa *Emergencias*. Más tarde, la familia se reúne con los doctores que llevan el tratamiento de Hazel, conversan sobre la posible causa del episodio pulmonar, las reacciones a su tratamiento y el viaje a Ámsterdam.

- ¿Hay alguna forma en la que ella pueda hacer ese viaje? – pregunta Frannie.
- Aumentaría el número de riesgos – responde un médico.
- Igual que ir al centro comercial – agrega Hazel.
- Sí, pero, ¿un avión? – cuestiona el mismo médico.
- También tienen oxígeno en los aviones – les recuera Hazel.
- Es de grado 4 – señala el médico.
- Es una oportunidad que probablemente jamás vuelva a tener, nunca. Si el tratamiento está funcionando entonces no entiendo porque… – insiste Hazel.
- Tal vez, en ciertas condiciones, podría … – interrumpe una doctora.
- ¡No! No conozco otra forma de decir esto: Hazel estás muy enferma. Lo siento – interrumpe a su vez el médico y concluye. (39min 01s – 40min 17)

Figura 4.
Hazel les pide a los doctores que la dejen viajar a Ámsterdam.



Nota: *Bajo la misma estrella* (Boone, 2014, 39min 55s)

A pesar de la insistencia de Hazel para viajar, su opinión no es tomada en cuenta. La paciente es despojada de su capacidad de tomar decisiones porque, tanto la familia como los médicos, muestran la inherente necesidad de protegerla. En este tipo de filmes, como bien observa Torres Luzón (2006), se muestra la imagen de un personal hospitalario sumergido en sus labores, imposibilitado de percatarse de la ansiedad de sus pacientes, profundamente asustados por su porvenir. En el relato, es el personaje de Gus quien, de manera general, encarna el reclamo a tratar de "vivir la vida" sin tener a la enfermedad como epicentro: tener pasatiempos como los demás jóvenes, viajar, enamorarse, apasionarse por proyectos, entre otras cosas.

Si bien en el relato analizado se observa una tendencia a priorizar la salud física de la paciente, aparece, sin embargo, una inconsistencia con el tratamiento del cáncer fuera de la ficción, donde el ámbito psicológico es considerado tan importante como el físico; la conducta de los doctores de Hazel no es una constante en la vida cotidiana. Específicamente desde la experiencia de la primera firmante, los médicos siempre aconsejaron hacer una vida lo más normal posible, tener una rutina, hacer ejercicio, etc. Eran escasas las actividades que se prohibía hacer.

4. La normalización/naturalización de la muerte como destino inevitable

No sin enfrentar las dificultades familiares y médicas citadas, donde se plasma la enfermedad como algo que siempre acecha al paciente y puede manifestarse en cualquier momento, finalmente, Hazel es autorizada a viajar.

Durante la materialización del viaje de Hazel y Gus a Amterdam, se dan cita en el restaurante *Oranjee* y tienen la siguiente conversación:

- Me gusta tu traje – dice Hazel a Gus.
- Gracias. Es la primera vez que lo uso – responde él.
- ¿No es el que llevas a los funerales? – pregunta ella.
- No, ese no es tan bonito como este – afirma Gus. – Cuando me enfermé, me dijeron que tenía el 85% de posibilidades de curarme. Gran pronóstico. Pero fue un año de tortura: perdí mi pierna y aún quedaba un 15% de no curarme. Antes de la cirugía pregunté a mis padres si podían comprarme un buen traje – agrega.
- Es tu traje para cuando mueras – concluye Hazel.
- Exactamente – responde él.
- Yo también tengo uno. Lo compré cuando cumplí 15 años. Un vestido. Aunque creo no lo usaría para una cita – agrega ella. (Boone, 2014; 56min 52s – 57min 29s)

Figura 5.
Hazel y Gus tienen una cena romántica en el Oranjee



Nota: *Bajo la misma estrella* (Boone, 2014, 57min 23s)

Como se aprecia, el tema de la muerte es recurrente dentro de la trama y se proyecta normalizado entre los pacientes. Específicamente en esta escena, se asume como natural que, cuando alguien es diagnosticado con cáncer, la muerte está próxima, al grado de planean el momento y comprar aquello que les gustaría vestir en el ataúd. Así, las relaciones entre diferentes factores, por hablar como Silva-Escobar y Raurich (2019), en este caso, cáncer, muerte y estética cinematográfica, se presentan como elementos simbióticos.

Lo anterior pone al margen el porcentaje de pacientes que se curan del cáncer. De acuerdo con la Sociedad Americana Contra el Cáncer (2023),

por un lado, el cáncer de pulmón, como el que sufre la protagonista, presenta una tasa de supervivencia, a 5 años, del 60 al 90% en Etapa 1; de 30 a 50% en Etapa 2; de 10 a 30% en Etapa III y de 1 a 5% en Etapa 4. Por otro lado, las personas diagnosticadas con el linfoma de Hodgkin entre 2012 y 2018, presentan una tasa de supervivencia, a 5 años, de 93%, si es localizado (lo que significa que no hay señal de que el cáncer se haya propagado fuera del lugar donde se originó) y de 95% si es regional (propagado externamente del lugar donde se originó hacia las estructuras o los ganglios linfáticos que se encuentran en la proximidad). Aunado a esto, desde una postura autobiográfica, la primera firmante de este estudio brinda testimonio de la posibilidad de sanar de cáncer.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El filme analizado, eco de otros estudios del mismo tipo, deja ver que el cáncer de pacientes jóvenes suele representarse rodeado de estereotipos como caída del cabello, debilidad física y emocional y el sufrimiento constante; la vida se reduce a internaciones en el hospital y episodios desagradables por los efectos secundarios de los medicamentos. A diferencia de otras enfermedades, el cáncer se representa como una enfermedad que anula un proyecto de vida, como un diagnóstico de muerte asegurada. Lo anterior refleja la difusión de cierto grado de desinformación y estigmas que generan miedo y desconocimiento.

El estado del arte y el presente análisis dejan ver que el tratamiento del cáncer en el cine tiene áreas de oportunidad, como la puesta en escena de representaciones de pacientes oncológicos más fidedignas de la realidad, ya que tal diagnóstico no siempre significa un desenlace fatal; en la mayoría de los casos, el paciente no sólo puede hacer una vida bastante normal mientras se encuentra en tratamiento, sino también puede llegar a curarse y la enfermedad no se vuelve a manifestar. Para ello sería útil contrastarlo con experiencias de personas que hayan atravesado la enfermedad y estén en remisión completa para tener diversas perspectivas. El tratamiento del cáncer podría deslindarse de los estigmas que lo rodean y tomarse como un padecimiento más dentro de los muchos otros que existen y que, si bien es potencialmente mortal, también puede ser curable. Ello permitiría al cine, como señalan González de Dios, Tasso Cereceda y Ogando Díaz (2012), concretarse como "una oportunidad para hablar con arte, ciencia y conciencia de la enfermedad oncológica y, sobre todo, de los pacientes con cáncer y su entorno. Una oportunidad para mejorar la relación profesional-paciente, para mejorar la humanización y para abrir el debate bioético." (p. 54).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boone, J. (director). (2014). *Bajo la misma estrella* (película). Estados Unidos: Temple Hill Entertainment y TSG Entertainment.

Casetti, F. & Di Chio, F. (1991). *Cómo analizar un film*. Barcelona. Paidós.

Crehana. (9 de junio de 2020). *La estructura del guion | Como escribir un guion.* [Archivo de Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=injejByfWdM

Gaudreault, André & Jost, François. (1995). *El relato cinematográfico*. Barcelona, Buenos Aires. México: Paidós.

González de Dios, J., Tasso Cereceda, M., & Ogando Díaz, B. (2012). *La mirada del cine al cáncer (I): arte, ciencia y conciencia.* Pediatría Atención Primaria, 14(56), e41-e55.

Green, J. (2012). *The Fault in Our Stars*. Estados Unidos: Penguin Books.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación - 5ta edición.* Ciudad de México: McGraw-Hill

Sociedad Americana Contra el Cáncer. (1 de marzo de 2023). *Tasas de supervivencia del cáncer de pulmón.* Obtenido de Sociedad Americana Contra el Cáncer.: https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-pulmon/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/tasas-de-supervivencia.html

Jensen, K. B. (Editor). (2014). *La comunicación y los medios: Metodologías de investigación cualitativa y cuantitativa*. México: FCE.

Puente, J., & de Velasco, G. (16 de diciembre de 2019). ¿Qué es el cáncer y cómo se desarrolla? Obtenido de Sociedad Española de Oncología Médica: https://seom.org/informacion-sobre-el-cancer/que-es-el-cancer-y-como-se-desarrolla

Silva-Escobar, J, Raurich, V. (2019). *Cine en dictadura. Notas acerca de la representación de la pobreza en cinco películas chilenas.* Universum (Talca), 34(2), 223-250. Epub 03 de enero de 2020.https://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762019000200223.

Sociedad Americana Contra el Cáncer. (1 de marzo de 2023). *Tasas de supervivencia linfoma de Hodgkin.* Obtenido de Sociedad Americana Contra el Cáncer.: https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/linfoma-hodgkin/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/tasas-de-supervivencia.html

Instituto Nacional de Cáncer de Estados Unidos de Norteamérica: (14 de octubre de 2022). Estadificación del cáncer. Obtenido de Instituto Nacional de Cáncer de Estados Unidos de Norteamérica:

https://www.cancer.gov/espanol/cancer/diagnostico-estadificacion/estadificacion

Soulez, Guillaume. (2011). *Quand le film nous parle*. *Rhétorique, cinéma, télévision*. Paris : Presses Universitaires de France.

Torres Luzón, C. (2006). *Cáncer y adolescencia en el contexto hospitalario: Una visión a través de la película "Planta 4ª"*. Index de Enfermería, 15(55), 65-70. Recuperado en 15 de septiembre de 2022, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962006000300015&lng=es&tlng=es.

Van Houten, P. [Green, J.] (2013) *Un dolor imperial*.

El consumo de sustancias psicoactivas en Jóvenes

Resumen

En el siguiente artículo se realizó una investigación cualitativa, con el objetivo de concientizar e informar sobre la importancia de reducir la demanda del consumo de sustancias psicoactivas ilegales debido a su impacto en la salud y la calidad de vida es crucial para abordar los problemas de adicción y promover la salud mental implicando educar a la sociedad sobre los riesgos y consecuencias de dichas sustancias, así como promover la prevención. La concientización se centra en crear conciencia sobre los peligros, proporcionar información sobre los efectos, señales de abuso y a que instituciones recurrir a pedir ayuda, para poder contribuir a reducir el consumo y sus impactos negativos en la salud y sociedad en general. Metodológicamente se realizó una búsqueda bibliográfica, esta es una investigación descriptiva y de análisis a partir de artículos informativos sobre el consumo de sustancias psicoactivas en instituciones educativas y demostrar cuales son las sustancias más consumidas por los adolescentes, cual es la principal causa por la cual inciden de un grupo de amigos, por causas personales o familiares. De acuerdo con las investigaciones estudiadas el consumo de sustancias psicoactivas día por día va tomando más fuerza en los adolescentes. El consumo de sustancias psicoactivas puede variar según la perspectiva, pero suele estar relacionada con la búsqueda de efectos psicológicos y físicos. Sin embargo, es importante destacar que el consumo de estas sustancias también puede tener riesgos para la salud y consecuencias negativas, lo que hace que la premisa del consumo sea compleja y multifacética.

Palabras clave: sustancia psicoactiva, consumo, adicción.

Abstract

In the following article, a qualitative investigation was carried out, with the aim of raising awareness and informing about the importance of reducing the demand for the consumption of illegal psychoactive substances due to their impact on health and quality of life, it is crucial to address addiction problems. and promote mental health by educating society about the risks and consequences of these substances, as well as promoting prevention. Awareness raising focuses on raising awareness about the dangers, providing information about the effects, signs of abuse and which institutions to turn to for help, in order to contribute to reducing consumption and its negative impacts on health and society in general. Methodologically, a bibliographic search was carried out, this is a descriptive and analytical research based on informative articles on the consumption of psychoactive substances in educational institutions and to demonstrate which substances are most consumed by adolescents, which is the main cause why they affect from a group of friends, for personal or family reasons. According to the research studied, the consumption of psychoactive substances day by day is becoming more prevalent in adolescents.

The use of psychoactive substances can vary depending on the perspective, but is usually related to the search for psychological and physical effects. However, it is important to note that the consumption of these substances can also have health risks and negative consequences, making the premise of consumption complex and multifaceted.

Keywords: psychoactive substance, consumption, addiction.

Introducción

La adolescencia es una etapa en que las personas se enfrente a cambios físicos y psicosociales, que contribuyen a adoptar conductas de riesgos enfrentándose al mantenimiento o al inicio del consumo de estos, así como toda sustancia que entra a el cuerpo, de cualquier manera, inhalada, fumada ingerida, respirada, etc.

El consumo de sustancias psicoactivas siempre ha existido desde todas las generaciones, sin embargo desde épocas anteriores tras su consumo de estas se ha expandido en la población entre los jóvenes como los adolescentes, convirtiéndose en un gran problema considerándose en un problema de salud pública, como lo señala la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Las consecuencias sociales del uso perjudicial o dependencia de drogas ilegales mucho más allá del usuario y afectan a sus familias y a otras relaciones personales

Las cargas sociales y para la salud impuestas no son inevitables: los problemas causados por las drogas y la dependencia de estas son prevenibles y tratables. Cuando se lo identifica tempranamente, el uso riesgoso de drogas puede ser reducido o restringido mediante evaluaciones de la salud e intervenciones breves, antes de que las personas que lo consumen se vuelvan dependientes

Contexto

El consumo de sustancias sean ilegales o legales, que suelen tener efectos psicoactivos en las quienes la consumen, estas sustancias se puede incluir el alcohol, tabaco, marihuana, cocaína, anfetaminas entre otras. El consumo de estas puede diversas motivaciones, como el uso recreativo, automedicación, dependencia fisca o psicológica entre otras.

El consumo de sustancias puede tener consecuencias negativas para la salud, actuando en el sistema nervioso que generan y causan alteraciones en las funciones que regulan el pensamiento, emociones, y el comportamiento implicando un gran riesgo de sufrir consecuencias adversan en diferentes organismos, las cuales se pueden dar en corto plazo, como intoxicación, incrementadas lesiones por accidentes o agresiones. El uso continuo de drogas puede causar dependencia y discapacidad además de problemas crónicos de salud. Las consecuencias sociales del uso perjudicial o dependencia de drogas llegan mucho más allá del usuario y afectan a sus familias y a otras relaciones personales.

La prevención y el tratamiento de cómo prevenir el consumo de sustancias son temas importantes

Escenario:

Revisar los aspectos generales de sustancias en los adolescentes en país de México revisando los aspectos generales del consumo de sustancias de abuso en adolescentes como epidemiológico, factores de riesgo considerando que existen de manera que el consumo de sustancias en adolescentes y jóvenes

menores de 24 años de edad representa un problema de importancia, sim embargo, se ha dado menor atención a estos padecimientos en los adolescentes en comparación con los adultos mayores, aunque estos son el principal causa de discapacidad en los adolescentes

En México, el consumo de sustancias psicoactivas sigue ocupando el primer lugar en su consumo, las sustancias psicoactivas ilícitas. En el país el inicio del consumo fue a temprana edad consumiéndolas ilícitamente en adolecentes entre los 15 y 19 años los indicadores reportan que el consumo de sustancias entre los adolescentes se ha incrementado, según la encuesta nacional de INEGI, el consumo de alcohol tuvo un incremento importante. Asimismo el consumo de drogas ilegales ha mostrado un aumento significativo.

Actores:

Los adolescentes y los adultos jóvenes son especialmente vulnerables al consumo de drogas. La prevalencia de consumo de drogas entre los jóvenes duplica con creces la población general. La presión del grupo social para experimentar con drogas puede ser intensa, y con frecuencia la autoestima de los jóvenes es baja. Además, quienes consumen drogas suelen estar mal informados o no son suficientemente conscientes de los riesgos que ello conlleva para la salud.

Objetivo:

El objetivo Concientizar e informar sobre la importancia de reducir la demanda y oferta de sustancias ilegales debido a su impacto en la salud, la economía y en la calidad de vida de la población. Analizando el impacto de consumo de sustancias en los estudiantes adolescentes

¿Que induce al consumo de sustancias psicoactivas? ¿Por qué los adolescentes empiezan a consumir sustancias psicoactivas o se vuelven adictos?

El consumo de sustancias es una declaración tentativa que se formula para investigar y explorar las variables relacionadas con el uso de drogas o sustancias psicoactivas. Adquirir su de la disponibilidad fácilmente aumenta las tasas de consumo o el estrés crónico está relacionado con el mayor riesgo del abuso de sustancias, esto sirve como punto de partida para investigaciones y estudios que buscan comprender mejor los factores que influyen en el consumo de sustancias y sus consecuencias.

El consumo de sustancias es referida a la idea en el acto de consumir drogas o sustancias psicoactivas, puede variar según las personas y la situación, suelen involucrase con la búsqueda de algún efecto deseado, como placer, relajación, la euforia o la evasión de problemas. Sin embargo el consumo de sustancias puede ser compleja y multifacética, y su comprensión es fundamental para abordar las cuestiones relacionadas con las adicciones y salud pública.

Justificación

El consumo de sustancias psicoactivas en México es un problema de salud pública, a nivel mundial, en los últimos años ha incrementado en los jóvenes de edad de 15 a 19 años, el uso de estas puede estar relacionadas, con los cambios biológicos, psicólogos y sociales, causando comportamientos peligrosos, estando bajo la influencia de estas su comportamiento puede ser violento, poniendo en riesgo la seguridad de ellos mismos, al igual de los demás. El consumo de sustancias puede

interferir con el desarrollo educativo y profesional de una persona, limitando sus oportunidades y perspectivas de futuro.

En la adolescencia, el abuso de sustancias puede tener efectos devastadores en la salud del consumidor, causándole daños en el sistema cardiovascular, pulmonar y cerebro, además aumentando el riesgo de trastornos mentales, basados en la depresión o ansiedad, impactándose socialmente llevando problemas en las relaciones familiares, laborales y sociales, provocando aislamiento.

Prevenir el consumo de sustancias psicoactivas es importante, así mismo la disminución y la prevención favorece la reducción de trastornos con la salud mental.

Este problema está directamente relacionado con el desarrollo de habilidades para vivir en una sociedad cada vez más compleja, en la que los adolescentes están en la edad más vulnerable y expuestos al consumo de sustancias psicoactivas.

Es importante tener en cuenta que el consumo de sustancias psicoactivas es un tema complejo con diversas dimensiones culturales, sociales, médicas y legales. La percepción y regulación de estas sustancias varía ampliamente según la ubicación.

Antecedentes:

Sustancias psicoactivas y los trastornos de conducta en adolescentes. Paula A. Figueroa C. y Yelennis G. Domínguez (2019), "Sustancias psicoactivas y los trastornos de conducta en adolescentes "El objetivo de esta investigación se fundamentó en determinar las causas del consumo de sustancias psicoactivas y los trastornos de conducta en los estudiantes se tomó una muestra de estudio a 124 estudiantes entre edades de 12 a 16 años su estudio fue descriptivo analítico aplicado a estudiantes del colegio, el instrumento fue encuestas recolectadas a los estudiantes de la institución, por medio de cuestionarios estandarizados, consentimientos y grabaciones para que sea más detallado el proceso. Para los autores, los resultados indicaron los adolescentes son conscientes de la existencia de los diferentes tipos de sustancias y las consecuencias de su consumo. Se identificaron los principales factores que más inciden "en la problemática en el consumo de drogas: la curiosidad, la influencia de y dentro de los grupos sociales. Crisis familiar, entorno social, nivel socioeconómico.

Prevención de consumo de sustancias psicoactivas Funof (2014), Prevención del Consumo de Drogas dirigido a adolescentes en la modalidad de Atención "Libertad Vigilada" del Sistema de Responsabilidad. Este estudio tiene como Objetivo Contribuir con la reducción de sustancias psicoactivas y su impacto enfocados en la adolescencia modalidad libertad vigilada. Para este estudio se realizó una muestra en la cual los participantes realizaron mesas de trabajo para discutir la problemática y conseguir estrategias para que se pueda llevar al objetivo principal, como resultado a este estudio se encontró que el consumo de SPA tiene relación con las faltas de oportunidades y se debe de mantener un trabajo continuo con acciones y seguimiento de esta problemática

(Ilieth P, 2021)"Estrategias de prevención en consumo de SPA" se ha convertido en una de las mayores fuentes de información sobre una de las problemáticas más recurrentes entre adolescentes. Este artículo tiene objetivo de investigación que se creen estrategias para prevenir el

consumo de sustancias psicoactivas en adolescentes, tomándose una muestra entre adolescentes de las edades comprendidas de 13 a 18 años conformado por hombre y mujeres, se implementó un estudio cualitativo con diseño y un alcance descriptivo comparativo. Como resultado se identificaron factores importantes a nivel familiar como social, reconociendo la posibilidad de crear estrategias que tiendan a reducir y prevenir el consumo también los problemas relacionados, también observamos que la familia es un factor de influencia en el circuito principal de socialización, ya que es trasmisora de estos hábitos, comportamientos y patrones de relaciones emocionales y así las sociedades logren fortalecer las relaciones en el entorno familiar como conducto para evitar el consumo de estas sustancias.

(Álvarez Y, 2019), en su artículo llamado "causas y consecuencias del consumo de sustancias psicoactivas en habitantes de la calle" describe que de habitar la calle y ser adicto a sustancias psicoactivas afectan significativamente la vida del ser humano. Identificando durante la presente investigación algunos acontecimientos relacionados a conflictos sociales y familiares, pautas de crianza insuficientes en relación a la falta de límites, carencias afectivas, pérdidas y sentimientos de abandono que obligan a la persona a olvidarse de su ser para volverse un al consumidor de drogas psicoactivas en un espacio vital en el que se llega a perder la dignidad y la vergüenza. El presente artículo, de investigación, tiene como objetivo buscar e identificar ¿cuáles son las experiencias que llevan a la persona a convertirse en habitante de calle y a consumir drogas psicoactivas? Empleando el método de investigación de enfoque cualitativo, aplicando una entrevista entre personas de 24 y 62 años, que ha consumido de manera directa o indirecta sustancias psicoactivas. Como los resultados, buscaba saber las experiencias en habitantes en las calles y su relación con la farmacodependencia.

Alpízar Jiménez, L. (2021). Presenta su artículo "El consumo de sustancias psicoactivas en los adolescentes en los tiempos de COVID 19" enfatizando una en dinámica en los adolescentes que son consumidores de sustancias psicoactivas en tiempos de confinamiento a raíz del SRAS-COV-2, conocido como Covid-19, especialmente viéndose afectados los que utilizan la vía respiratoria para poder drogarse ya que es un factor de riesgo en caso de ser contagiado. El objetivo es analizar la situación de consumo de los adolescentes en la actualidad, donde se vive una experiencia atípica mundial de salud y que obliga a estar más en la casa o lugares menos conglomerados, de manera que provoca un contexto más hostil ante la necesidad y búsqueda de sustancias de consumo teniendo en cuenta los factores de riesgo tanto personales como sociales. Metodología es un de tipo de investigación cualitativo de estudio y exploración, consultándose fuentes estadísticas tanto nacionales como internacionales. Realizando una breve explicación de las reacciones en el sistema nervioso central al momento de consumo y de forma estadística. Obteniendo como resultado que se refleja cómo se ha ido incrementando el uso y abuso del tabaco, alcohol y marihuana en las personas jóvenes. Finalizando con recomendaciones de detección del consumo, canales de prevención y búsqueda de ayuda.

(Norma C. Aguirre-Guiza), busca determinar los factores de riesgo familiar que inciden en el consumo de Sustancias

Psicoactivas (SPA), en estudiantes Metodología Esta investigación es de tipo cualitativa, descriptivo y transversal. La recolección de la información se realizó aplicando la Encuesta Internacional para estudiantes de enseñanza media; cuestionario estandarizado. En el procesamiento de la información que llevó a cabo como resultados las sustancias psicoactivas consumidas por los estudiantes son: alcohol, cigarrillo, marihuana, estimulantes, energizan tés, tranquilizantes y otras; ocupando el alcohol el primer lugar, seguido del cigarrillo, dentro de las sustancias lícitas; mientras que la sustancia ilegal más utilizada es la marihuana. La edad de inicio para el consumo de Sustancias Psicoactivas se da entre los 8 y los 13 años y las edades de mayor consumo son entre los 15 y los 17 años. No hay una diferencia significativa entre hombres y mujeres. La casa propia, la de los amigos, el colegio y sus alrededores son los ambientes que se identifican como aquellos donde se ofrecen el mayor número de SPA. Conclusiones La familia juega un papel primordial en los adolescentes y en la prevención frente al consumo de Sustancias psicoactiva; modificando acciones que lleven al conocimiento de los hijos, actividades que realizan, lugares que frecuentan y amigos con los cuales se relacionan, se pueden establecer mecanismos de control que permitan estar más cerca de ellos.

Método:

El presente artículo es de investigación cualitativa realizándose un análisis de datos en diferentes fuentes electrónicas, en que los participantes son los adolescentes.

El diseño metodológico se realizó atreves de una búsqueda bibliográfica de artículos e investigaciones en torno al consumo, esta es una investigación descriptiva e informativa, que se llevó a cabo por medio de una investigación en artículos, libros, revistas etc.

Sampari (2014), “Define la investigación como como un conjunto de procesos sistemáticos, críticos empíricos, aplicado en el estudio o en un problema”

En la respectiva búsqueda se realizó una lectura en artículos, con el objetivo de realizar un investigación más profunda se utilizaron los siguientes se utilizaron los siguientes criterios “Consumo de sustancias psicoactivas” “Causas y consecuencias de su consumo” “Estrategias de prevención en el consumo de SPA” donde se añadieron buscadores boléanos con el propósito de ampliar la exploración permitiendo realizar una mejor búsqueda, con un mejor filtro de categoría, y una mejor elección de tema.

Se realizó la búsqueda de 40 diferentes artículos acerca del tema, sobre los cuales solo se seleccionaron 25 tomando más en cuenta aquellos que están relacionados con el tema, es decir aquellos que no son mayores de 5 años, confiables y que sus poblaciones fueran adolecentes o jóvenes en etapa escolar, siendo de preparatoria o universidad.

Se utilizó una base de datos de Excel con los siguientes campos: Nombre del tema, objetivo, autor, año, pregunta, método, resultados, conclusión y bibliografía en formato APA.

Finalmente se realizó un análisis de datos en los artículos, teniendo en cuenta la problemática, metodología e instrumentos empleados mencionando los principales aspectos que se solicitaba en cada artículo, obteniendo una comparación de las similitudes y diferencias realizando un

análisis se llevó la redacción de este articulo

La investigación realizada es una investigación cualitativa, con un alcance exploratorio y de investigación enfocado en un estudio bibliográfico. Es cualitativo porque las opiniones de los profesionales no se miden

Sampari (2014), explica que es exploratorio porque es un tema de investigación analizando artículos acerca del tema.

Teoria:

El consumo de sustancias es un problema mundial y preocupación, su consumo podría perjudicar a las familias y comunidades.

La Organización mundial de la salud (OMS), desde su punto de vista las políticas sobre el consumo de sustancias necesita ampliarse y adoptar un enfoque de salud pública, la cual se basa en criterios científicos y datos, es posible disminuir la drogodependencia y por consiguiente la delincuencia ligada a ella, las personas pueden recibir ayuda y volverá desempeñar un papel productivo en la sociedad.

La (OMS), recomienda la puesta en marcha de programas de facilitación de tratamientos más eficaces para las personas.

Las pruebas demuestran que los programas no solo benefician a los individuos si no de igual manera a las comunidades es un conjunto y ayuda a reducir la delincuencia y los desórdenes públicos.

En el ámbito de la psicología, ha sido la Teoría del Aprendizaje Social de Bandura, redefinida posteriormente por el mismo autor como Teoría Cognitivo-Social, el planteamiento más coherente con la realidad asociada al uso de sustancias psicoactivas.

(Sánchez E), intentar explicar por qué consumen drogas las personas y porqué algunas de esas personas acaban desarrollando problemas de abuso O dependencia a estas sustancias. Los planteamientos realizados oscilan desde explicaciones espirituales y biológicas hasta interpretaciones socioculturales o intrapersonales, desde enfoques parciales hasta enfoques más integradores y complejos, pasando por enfoques evolutivos.

Las personas con adicciones pierden el control de sus actos. Sienten una compulsión por consumir y buscan drogas, alcohol u otras sustancias sin importar el costo incluso poniendo en riesgo amistades, lastimando a sus familias o perdiendo sus trabajos. ¿Por qué la adicción hace que las personas se comporten de estas maneras tan destructivas? ¿Y por qué es tan difícil dejarlas

La teoría de la salud en el consumo de sustancias es un campo multidisciplinario que busca comprender cómo el consumo de sustancias afecta la salud de las personas y cómo se pueden abordar los problemas relacionados con el consumo de manera efectiva.

En el Modelo de la enfermedad el consumo de sustancias se considera como una enfermedad crónica que afecta tanto la salud física como la mental. Se enfoca en la prevención, el tratamiento y la recuperación por lo cual existe una teoría

del modelo de reducción de daños se enfoque se centra en minimizar los riesgos y los daños asociados con el consumo de sustancias en lugar de promover la abstinencia completa. Busca reducir los peligros a través de programas como intercambio de jeringas y consejería teniendo como consecuencias comportamientos diferentes. La psicológicas y sociales se basa en comprender cómo las personas pueden cambiar sus patrones de consumo de sustancias a través de la motivación, la terapia cognitivo conductual y otros métodos. Sim embargo el socio ecología considera que el consumo de sustancias está influenciado por múltiples factores, como el entorno social, económico y cultural. Busca intervenir en varios niveles para promover la salud. Los determinantes sociales de la salud examinan cómo los factores sociales, económicos y políticos influyen en el consumo de sustancias y en la salud en general, destacando la importancia de abordar las desigualdades. La comprensión y el abordaje de este tema a menudo involucran una combinación de estas perspectivas y pueden variar según la sustancia, el contexto cultural y otros factores.

La psicología aborda el consumo de sustancias desde diversas perspectivas y enfoques. Como la adicción la psicología estudia cómo las personas pueden desarrollar adicciones a sustancias como drogas o alcohol y cómo estas adicciones afectan su comportamiento y salud mental. Se investiga los factores psicológicos que pueden contribuir al consumo de sustancias, como el estrés, la ansiedad, la depresión, la genética y las experiencias traumáticas. La psicología también se enfoca en desarrollar estrategias de prevención y tratamiento para las adicciones, utilizando terapias cognitivo conductuales, terapias de grupo y otros enfoques para ayudar a las personas a superar sus problemas con las sustancias. La terapia motivacional es un enfoque específico que se utiliza para ayudar a las personas a encontrar la motivación interna para cambiar su comportamiento de consumo de sustancias su evaluación y diagnóstico Los psicólogos clínicos pueden realizar evaluaciones y diagnósticos para determinar la gravedad de un problema de consumo de sustancias y desarrollar un plan de tratamiento adecuado la psicología desempeña un papel crucial en la comprensión y el tratamiento del consumo de sustancias, abordando tanto los aspectos emocionales y cognitivos como los comportamentales de este problema.

Resultados

Como resultados de esta investigación se espera un aserie de resultados o acciones e informar a la sociedad sobre el consumo de sustancias, creando conciencia pública Se espera que la sociedad en general adquiera una mayor comprensión de los riesgos y efectos negativos del consumo de sustancias, lo que puede llevar a una toma de decisiones más informada. La información proporcionada puede contribuir a la prevención del consumo de sustancias, especialmente entre los jóvenes, al ayudar a entender los peligros asociados con las drogas y el alcohol. Puede aumentar la conciencia sobre la importancia del tratamiento para las personas que ya tienen problemas de adicción, alentándolas a buscar ayuda. Puede influir en la formulación de políticas públicas relacionadas con el

control de drogas y la atención a la salud mental.

Informar sobre el consumo de sustancias también puede ayudar a reducir el estigma asociado con la adicción y fomentar un enfoque más compasivo hacia las personas que luchan con este problema.

Motivar a las comunidades a tomar medidas para abordar el consumo de sustancias a nivel local, como establecer programas de prevención y apoyo. La conciencia pública puede impulsar la investigación científica sobre las sustancias y sus efectos, lo que a su vez puede llevar a mejores tratamientos y políticas, informar a la sociedad sobre el consumo de sustancias es un paso importante para abordar este problema de salud pública y puede tener una serie de impactos positivos en la sociedad y en las personas que luchan con la adicción.

Conclusión

El consumo de sustancias es un tema complejo con consecuencias significativas para la salud física y mental de las personas. En general, se puede concluir que el abuso de sustancias puede llevar a una serie de problemas, como adicción, deterioro de la salud, problemas sociales y legales, y disminución de la calidad de vida. La prevención, la educación y el acceso a tratamientos efectivos son elementos clave para abordar este problema de manera efectiva. Además, es importante reconocer que cada persona es única, y las circunstancias individuales pueden influir en su relación con las sustancias. Por lo tanto, es esencial abordar este tema con comprensión y empatía, buscando soluciones personalizadas para quienes enfrentan desafíos relacionados con el consumo de sustancias.

Consumo de drogas en adolescentes. Dilema ético en el abordaje diagnóstico-terapéutico. (s. f.). Analesdepediatria.org. Recuperado 25 de septiembre de 2023, de https://www.analesdepediatria.org/es-pdf-S1695403309001581

Referencias.

Fernández Cruz, M., Gijón Puerta, J., & Lizarte Simón, E. J. (2016). Consumo de sustancias psicoactivas en estudiantes de magisterio y sus creencias acerca de la educación preventiva. Acción psicológica, 13(1), 67-78. https://doi.org/10.5944/ap.13.1.17419

Ortega, F., Robert, F., Ballestas, F., Fernanda, L., Baquero, A., María, A., Arrieta, D., Dayana, K., & Completo, N. (s. f.). Psychologia. Avances de la disciplina. Redalyc.org. Recuperado 25 de septiembre de 2023, de https://www.redalyc.org/pdf/2972/297248896004.pdf

Contreras Olive, Y., Miranda Gómez, O., & amp; Torres Lio-Coo, V. (2020). Ansiedad y depresión en pacientes adictos a sustancias psicoactivas. Revista cubana de medicina militar, 49(1).

Carmona, Y. L. M., & Peña, K. V. (2017). Factores psicosociales asociados al consumo y adicción a sustancias psicoactivas. Revista electrónica de psicología

Iztacala, 20(1), 139-167.

Perea-Machado, T., & amp; Rodríguez-Flórez, M. M. (2020). EL CONSUMO DE

SUSTANCIAS PSICOACTIVAS EN ADOLESCENTES EN ETAPA

ESCOLAR. Revista Sinergia, (7), 164-194.

Sanchez-Hervás, E., Molina Bou, N., Del Olmo Guerra, R., Tomás Groadla, V., & Morales Gallús, E. Modelos teóricos y aplicados en la adicción a drogas. *INFORMACIO PSICOLOGICA*, (80), 51–59. Recuperado a partir de https://www.informaciopsicologica.info/revista/article/view/420.

Trastorno Alimentario en Adolescentes

Autoría: Laura Jael Frías Silva
Asesor: Josué Huerta Maldonado
Afiliación: Universidad Tecnológica de Querétaro, UTEQ

Resumen

El trastorno alimenticio se considera una enfermedad ya que esta se divide en tres clasificaciones del mismo trastorno los cuales son considerados como los más comunes entre los jóvenes como la anorexia, la bulimia y el de trastorno por atracón, entre los adolescentes los más comunes a sufrir dicha enfermedad son las mujeres ya que son las que ven más la figura que deberían o quisieran tener para estar en los estándares de la sociedad, los jóvenes al sentir que no cumplen con esto empiezan a tener dichos trastornos alimenticios los cuales afectan a su salud.

El trastorno alimenticio en adolescentes es una enfermedad causada por comentarios negativos que personas le dicen a los jóvenes solo como un comentario que no debe de afectar lo que le dicen, pero en muchas ocasiones estos comentarios dañan al adolescente por la razón de que es de su cuerpo del que hablan y esto lo lleva a la persona a querer bajar de peso acosta de su salud, ya sea autolesionándose con provocarse el vómito o dejar de comer las porciones que se le dan, también está la parte en la que comen una cantidad pero a los pocos minutos la vomitan esto para sentirse bien con ellos mismos y decir que por eso no engordan, en muchas ocasiones los jóvenes no se dan cuenta que eso es bulimia ya que ellos no lo hacen porque les dijeran que estaban subidos de peso, sino por sus mismas ideas.

Palabras clave: Trastorno, anorexia, bulimia, adolescentes, enfermedad.

Resume

Eating disorder is considered a disease as this is divided into three classifications of the same disorder which are considered the most common among young people as anorexia, bulimia and binge eating disorder, among adolescents the most common to suffer from this disease are women as they are the ones who see more the figure they should or would like to have to be in the standards of society, young people to feel that they do not meet this begin to have such eating disorders which affect their health.

The eating disorder in adolescents is a disease caused by negative comments that people say to young people just as a comment that should not affect what they say, but often these comments harm the teenager for the reason that it is their body that they talk about and this leads the person to want to lose weight at the expense of their health, There is also the part where they eat a certain amount of food but a few minutes later they vomit it up in order to feel good about themselves and say that this is why they do not put on weight. On many occasions young people do not realise that this is bulimia as they do not do it because they were told that they were overweight, but because of their own ideas.

Keywords: Disorder, anorexia, bulimia, adolescents, illness.

Introducción

Los trastornos alimentos en adolescentes es una enfermedad que daña la salud de los mismos causando que dejen de comer o coman pero luego se vean a la necesidad de querer vomitarlo, ante de que se digiera bien la comida en otras ocasiones solo comen porciones mínimas esto para decir que si comieron que se encuentran llenos. Dentro del documento se podrá observar cuales son las causas de los trastornos, así como también lo que dicen los especialistas sobre el tema del trastorno alimenticio en los adolescentes los cuales se centran en los alumnos del Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro. Una de las principales causas que da origen a este hecho es el desarrollo del modelo estético femenino en los medios de comunicación actuales. El constante incremento en el tiempo de los casos de trastornos de alimentación ha provocado que se convierta en una enfermedad de preocupación social, pues han ido en aumento los casos diagnosticados. “En las adolescentes, la anorexia es la tercera enfermedad crónica más frecuente, tras la obesidad y el asma” (Plaza, 2010, p.63). De igual manera se comenta cuáles son las dudas de los adolescentes, en ocasiones lo jóvenes no quieren ver la realidad de que es lo que pasa realmente, ellos piensan que lo que hacen no está mal y que pueden seguir manteniéndose bien en figura así como lo pueda la sociedad para poder

estar en los estándares altos y que las personas gusten de ellas, los jóvenes que aún creen que den de bajar de peso, son aquellos que solo confían es los estándares que pide la sociedad cuando en realidad lo que pasa es que ellos mismos viven engañados para mantener la fantasía de que pueden ser más delgados y que si comen pueden engordar en exceso.

Planteamiento

El trastorno alimenticio en adolecentes es una enfermedad la cual afecta a muchos chicos los cuales padecen de problemas con los alimentos y esto les afecta en su físico, esto ocasionado por las conductas de otros chicos los cuales hacen comentarios sobre el cuerpo de la persona afecta y esto provoca que la persona tenga trastornos alimenticios los cuales afectan a su salud. Estos trastornos se pueden presentar por diferentes maneras como la anorexia, bulimia y el trastorno por atracón estas enfermedades son afectadas más por las mujeres que por los hombres aunque estos no se salvan que les pueda afectar de igual manera en su cuerpo ya que para ambos sexos es de la misma manera.

Flores (2018) afirma que

"Que la anorexia y la bulimia se caracterizan por el temor en aumentar de peso y tener hambre durante todo el día, pero la principal diferencia es que las personas con anorexia tienen una pérdida significativa de peso al limitar o dejar de comer alimentos que consideran de alto valor calórico, toman medicamentos o diuréticos para eliminar líquidos y hacen ejercicio en exceso" (párr. 5).

Flores Pérez, L. (2018) Atiende IMSS Trastornos Alimenticios con Tratamiento Médico, Psicológico y en Nutrición. (n.d.). Gob.mx. Recuperado de. http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201805/114

Flores nos comenta que l anorexia y la bulimia tienen el mismo concepto en la parte de es el mismo miedo a subir de peso y esto provoca que los adolescentes dejen de comer o tengan que tomar otras medidas para poder no tener que subir de peso. Así como otros especialistas de instituciones diferentes hablan sobre el tema del trastorno alimenticio en los adolescentes así como el Canal Salud IMQ.

Chamorro (2022) afirma que

"Se considera que existen trastornos alimenticios en adolescentes cuando la comida y el peso corporal se convierten en una obsesión. De hecho, este tipo de relación poco saludable con la comida suele iniciarse en la adolescencia. En IMQ queremos hablarte sobre los tipos de trastornos alimenticios más frecuentes en la adolescencia" (párr. 1).

Chamorro, M. (2022) Trastornos alimenticios en adolescentes. Recuperado de. https://canalsalud.imq.es/blog/trastornos-alimenticios-adolescentes

Lo que dice Chamorro es que algunos síntomas de las enfermedades no son tan visibles como otras las cuales aún más notables en la salud de los adolescentes. En el Canal Salud IMQ nos dice que hay tres tipos de trastornos los cuales son frecuentes en la adolescencia.

Bulimia nerviosa o bulimia: es uno de los trastornos de alimentos más graves y puede conducir a la muerte en casos extremos, se combinan sesiones de atracones con periodos de purga (Chamorro, 2022).

Anorexia nerviosa: Las personas que padecen anorexia alcanzan pesos anormalmente bajos combinados con un pavor incontrolable a engordar debido a una visión distorsionada que tienen de su propio cuerpo, sufren una obsesión absoluta por el control de su cuerpo, lo cual afecta a sus actividades cotidianas y a su estado de salud (Chamorro, 2022).

Trastorno alimentario compulsivo: La persona afectada suele comer alimentos de forma compulsiva y con gran rapidez sin ningún tipo de control, muchas veces comen sin apetito o estando llenos (Chamorro, 2022).

En la preparatoria del estado de Querétaro se podrá observar que a lo mejor 3 de cada 10 adolescentes tiene trastorno alimenticio los cuales son causados por problemas familiares, así como también por comentarios que los mismos chicos se dicen por la forma de su figura o por la comida que la persona trae. Lo que el estado de Querétaro quiere hacer es que las personas que estudian en el Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro de los cuales padecen este trastorno alimenticio puedan pedir ayuda a las organizaciones que estos presentan para poder ayudar a los adolescentes. Mayormente son afectados las Mujeres y los Hombres, este trastorno es más común en que les pase a las mujeres, las

cuales varían en edades de 15 años hasta los 19 años los cuales se tomaran para verificar cuantos adolescentes padecen este trastorno alimenticio seria en el Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro.

El objetivo es estudiar la conducta alimenticia de los adolescentes que padecen el trastorno, esto ayudaría a haber cómo sería posible que el estado de Querétaro tenga un buen antecedente en que los jóvenes no padezcan del trastorno alimenticio tan grave.

Las preguntas que comúnmente se hacen son las que mucha gente se hace las cuales son:

¿Por qué se da el trastorno alimenticio en adolescentes en el colegio de bachilleres de Querétaro?

Esta pregunta es una de las cuales mucha gente se hace ya que en ocasiones no todas las personas se dan cuenta de que los adolescentes tienen este trastorno, de igual manera ay otra pregunta que se hacen las personas, ¿Quiénes desarrollan este trastorno alimenticio?, ¿El trastorno alimenticio puede afectar solo a las chicas?. Estas son preguntas que también los mismos adolescentes se hacen y que no conocen del tema, pero este es un tema del cual los ayuda tener una mejor información para por esa razón es que se hacen esas preguntas para saber sobre el tema del trastorno alimenticio en adolescentes.

La hipótesis es una forma de tener en cuenta cuales son los trastornos alimenticios que tienen los adolescentes de la preparatoria COBAQ 8 del estado de Querétaro, es una manera de saber cuáles son las causas de porque los adolescentes sufren estos trastornos dentro de la forma de saber es buscar también ayuda de especialistas para que los jóvenes puedan recibir esa ayuda por parte de especialistas los cuales les pueden ayudar a superar esta enfermedad y que se sientan seguros para poder tener una buena alimentación y puedan llegar una dieta balanceada de la cual puede comer sin miedo a que engorde o se siga viendo al espejo como si estuviera aun gorda la persona.

Los trastornos alimenticios son un problema común en los adolescentes con problemas de inseguridad esto ocasionado por los mismos adolescentes con los comentarios que le hacen al joven afectado por este trastorno que lo daña físicamente y mental ya que esto hace la persona afectada tienda a hacerse daño con lo que se hace así mismo ya sea el dejar de comer o solo comer y luego vomita.

Justificación

Es importante saber que dentro del Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro COBAQ 8. Se debe de reconocer que hay casos en los cuales los jóvenes tienen el trastorno alimenticio pero no se dan cuenta de las consecuencias que con lleva tener dicha enfermedad, por lo tanto es bueno darles información sobre el tema para que sepan que aunque ellos digan que lo tienen otros jóvenes de su alrededor lo puedan notar y decir a tiempo para que dicha persona tenga el apoyo que debe de recibir con tratamiento y con psicólogos especialistas en tratar los trastornos alimenticos que muchos joven tienen.

Los trastornos de la conducta alimentaria constituyen un importante problema de salud en la población en general y con mayor incidencia en adolescentes. Al tratarse de enfermedades, en su mayoría, transitorias o agudas y de origen biopsicosocial se suele infravalorar la realización de un tratamiento terapéutico específico.

Dentro de esta enfermedad, los jóvenes deben de acudir a pláticas para que puedan hablar sobre el tema y él porque es que les pasa esto, como también encontrar la causa de dicho trastorno, así como saber por dónde tratarlo y que el joven este consiente que la comida no es mala para él/ella, también pueda llevar una dieta balanceada la cual ayude a que los jóvenes no piensen que tienen que bajar de peso por el simple hecho de que se ven gordos ya que eso provoca que tengan anorexia, bulimia o el trastorno por atracón. Al momento de brindarle la ayuda los joven empezaran a ver que la comida no es tan mala como ellos lo piensan si no que llevando una dieta adecuada y ejercicio pueden tener la figura que quieren o bien tener los estándares que quieren cumplir por la sociedad.

Antecedentes

Autor: López G. Carolina, Treasure Janet. Años: 2011 . Título: Trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes: descripción y manejo

Objetivo: Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) son enfermedades de salud mental complejas, multica usadas, que afectan principalmente a adolescentes y mujeres jóvenes.

Método: Esta es una de las principales diferencias con AN. Además, la mayoría de las pacientes con

BN está muy afectada y avergonzada por la pérdida de control sobre su ingesta, haciendo más fácil que se motiven a recibir ayuda. Sin embargo, el tiempo entre la aparición de los síntomas y la consulta es largo debido, especialmente, a la posibilidad de mantener el trastorno en secreto y no provocar signos visibles para los otros. Resultado: Los TCA durante la adolescencia presentan desafíos particulares, los que deben ser atendidos por equipos interdisciplinarios experimentados con el fin de actuar a tiempo para evitar la cronicidad y las lamentables consecuencias para el desarrollo biopsicosocial de la adolescente que lo padece. La inclusión de la familia de la adolescente es fundamental para cualquier tipo de tratamiento que sea ofrecido para su recuperación aunque, la forma en que ésta intervenga pueda variar. Para que sirve: Sirve para poder tener una diferente perspectiva del trastorno alimenticio en adolescentes y como es que presentan este padecimiento.

Autor: Jessika p. Camarena González. Años: 2015 Lugar: Baja California. Título: riesgo de presentar trastornos de conducta alimentaria en adolescentes de educación media y media superior. Objetivo: Determinar el riesgo de presentar trastorno de conducta alimentaria en educación media y media superior. Método: para determinar el riesgo de presentar un trastorno en la conducta alimentaria (TCA), como anorexia y bulimia, en los adolescentes de nuestra localidad se realizó un estudio observaciones, transversal, prospectivo. Este estudio se aplicó a la población de la ciudad de Tijuana en los meses de noviembre y diciembre del año 2005. Se acudió directamente a las escuelas se explicó el motivo del estudio y se les pidió autorización a los adolescentes que deseaban participar. Una vez seleccionados 499 estudiantes se les tomo peso y talla para calcular el índice de masa corporal y se les aplico una encuesta denominada Eating Attitudes Test (EAT-40) el cual consta de 40 preguntas con seis posibles respuestas, evaluando el riesgo de padecer un TCA, los niveles considerados en el análisis se han establecido en riesgo bajo, con una puntuación de EAT 40 menor o igual a 20, riego medio con una puntuación de 21 a 30 y riesgo elevado si la puntuación era igual o superior a 31. Resultado: El riesgo de presentar trastorno de conducta alimentaria fue del 18.4 por ciento del total de adolescentes encuestados 11.6 por ciento mujeres y 6.8 hombres de riesgo leve con excepción de un hombre con riesgo moderado. En relación se presentó similitudes en los resultados de escuelas públicas como privadas y solo un leve incremento en la educación media superior con respecto a la media. Para que sirve: en la tesis redactada por Jessika es una forma de demostrar que los trastornos si se pueden contra restar en cuanto a lo que otras personas pueden decir.

Autor: Belén Guerrero-Cuevas, Luis Valero-Aguayo, Diego Solano-Martínez, Claudio Priore Molero, Adrián Perea-Barba, María de los Ángeles Afán-de Rivera. Años: 2022. Título: Problemas alimentarios en adolescentes y su relación con la dieta en horario escolar. Objetivo: Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) constituyen una preocupación actual en nuestra sociedad, y cada vez con más intensidad dada la llamada “epidemia de obesidad” que se extiende por muchos países. La adolescencia constituye un momento evolutivo especialmente crítica para que aparezcan los problemas alimentarios, además de ser muy susceptibles a la influencia social, y no tener hábitos constantes o estructurados respecto a la alimentación. De ahí la importancia de la detección temprana de problemas, puesto que la mejor forma de actuar frente a estos problemas alimentarios es prevenirlos antes que ocurran, antes que puedan tener mayores consecuencias de adultos. Por ello, quizás una evaluación previa, una selección o un diagnóstico precoz en esta población pueda ayudar a solventar esos problemas antes de que lleguen a ser más graves en la adultez (Piran et al., 2013). Método: Se ha realizado un estudio correlacionar post-facto en el que se comparan varios grupos de adolescentes ya determinados por distintas variables sociodemográficas (sexo, edad, colegio, situación familiar, tipo de convivencia, etc.) y sus resultados en los cuestionarios sobre hábitos alimentarios en el horario escolar (desayuno y recreo), sobre su índice de masa corporal (IMC) y la posible clasificación desde el infra peso hasta la obesidad mórbida. El estudio es longitudinal al recoger datos de distintos años y cursos académicos, estudiando también las posibles diferencias entre ellos. Resultado: Se han realizado también análisis comparativos en todos los variables puestos que se han recogido muestras a lo largo de siete cursos. En este caso, las variables sociodemográficas no muestran diferencias significativas en los distintos años, pero el gran número de la muestra hace que

aparezca significatividad estadística aunque las diferencias sean mínimas, por ejemplo, la edad media oscila entre 14.34 y 14.50 años, el IMC medio entre 21.49 y 22.41, por lo que no pueden considerarse cambios relevantes. Sin embargo, las puntuaciones de los cuestionarios sí que parecen haber disminuido a lo largo de los años. En el caso del EAT-40 desde una media de 16.91 puntos el primer año hasta 15.72 puntos en el último, y en el BSQ desde una media de 69.20 puntos el primer año hasta 63.88 el último año. Estas cifras podrían estar indicando que los parámetros de peso y medidas de los adolescentes se mantienen a lo largo del tiempo, pero que la preocupación por el peso, la figura y la alimentación parece haber ido disminuyendo en estos últimos años. Para que sirve: se muestra que hay diferentes métodos los cuales ayudan a los jóvenes a que puedan mejoran con el trastorno, de igual manera nos ayuda a ver la parte de resultados que en diferentes años, que hay puntos de los cuales se pueden ver la medición.

Teoría

Los tipos de trastornos más frecuentes son la anorexia nerviosa, la bulimia nerviosa, el trastorno por atracón y el trastorno por evitación y restricción de la ingesta de alimentos. Cada trastorno se asocia con diferentes síntomas aunque a veces coinciden (National Institute of Mental Health, S/A).

Los trastornos alimenticios suelen presentarse a partir de la adolescencia, aunque también se puede desarrollar en personas adultas, es más común entre las mujeres, aunque también se presenta en caso masculino (Chamarro, M. 2022).

Los trastornos alimenticios son enfermedades graves a las cuales afectan a la salud física como mental. Estas enfermedades incluyen problemas en la forma de pensar con la comida, la alimentación, el peso y la figura, son síntomas que afectan la salud, las emociones y la capacidad de desenvolverse en los ámbitos importantes de la vida (Clínica Mayo, 2023).

Las causas aún no se conocen, sin embargo hay factores de riego que son preocupantes por una figura deseada, provocando tener una visión distorsionada de su propio cuerpo, así como determinar ideas culturales o sociales con respecto a la belleza, estas causas provocan ser perfeccionista y tener una baja autoestima (Carbonell, 2012).

Los trastornos no son consecuencia de una falta de voluntad de la persona que lo sufre, como se ha querido cree en muchos casos, sino que son consecuencia de algunas emociones que resultan adecuadamente a hacer difíciles de creer (Formento, 2022).

Este trastorno hace que muchos adolescentes tengan esa presión por querer encajar en ciertos estándares de belleza, lo cual generaría diferentes problemas alimenticios, ya que comen tan poco que no satisface las necesidades energéticas o que comen demasiado, y las hace recurrir a la comida por ansiedad (Linares, 2013).

Los trastornos son enfermedades serias que se inician en la adolescencia y por lo general han ido en aumento en los países en desarrollo. Los diversos factores obstaculizan su tratamiento en el país, tomando menos importancia en la capacitación de los profesionales de la salud en este tema importante (Gaete, López, 2020).

La mayoría de los problemas con la comida, mayormente en ocasiones suelen verse como la situación que normalizan las personas que lo sufren. Cuando la situación de las personas padecen estos trastornos alimenticios son afrontados por la mis gente que los rodea, suelen justificar los temas relacionados con la salud o con cambios de hábitos por otros más saludables y socialmente aceptables, para poder tener un nuevo estilo de vida más saludable (Santos ,2018).

Este trastorno puede ser un padecimiento patológico o no, dependiendo una gran medida de nivel de afectación de la vida normal del sujeto que lo padece. Estos tipos de trastornos alimentarios acostumbran a aparecer a edades tempranas las cuales la gestión emocional, las habilidades personales y la autoestima no se han fortalecido, es un momento que la imagen exterior es muy importante (Santos, 2018).

En muchas ocasiones los trastornos alimenticios son mal vistos porque no cumple a hacer una enfermedad que deba de ser tratada, cuando en realidad el trastorno es algo que los psicólogos hablan y les comentan a los padres de familia que dicha enfermedad puede ser tratada por especialistas los cuales pueden hacer que los jóvenes dejen de tener miedo a la comida en cuestión de que los hagan subir de peso sin que ellos quieran hacerlo.

Esta teoría asume que las creencias o esquemas han sido desarrolladas a través de experiencias

disfuncionales con las personas significativas en la temprana infancia e incluyen contenidos referidos al sí mismo y a las relaciones interpersonales propias. Estas creencias poseen mecanismos de auto perpetuación por lo que son más difíciles de modificar que otro tipo de creencias (Young, 1990). Esto aplica a que la gente mayor no está consciente de que los jóvenes pueden padecer dicha enfermedad que les afecta a su salud, así como de igual manera poder tratarlos con una gran ayuda psicológica.

El presente estudio fue de diseño descriptivo simple, de corte transversal es decir observacional y de base individual este tuvo un propósito descriptivo y analítico (Reyes & Sánchez, 2017; Rodriguez & Mendivelso, 2018).

Método

Es por ello que se aprecia la necesidad de realizar este trabajo como método de prevención de estos graves trastornos, que actualmente suponen un problema entre nuestros jóvenes debido a su vulnerabilidad, teniendo en cuenta que sin el debido tratamiento pueden alargarse las sintomatologías hasta la vida adulta.

Encuesta sociodemográfica y de síntomas alimentarios. Se realiza una encuesta que buscar sobre: variables demográficas (sexo, edad, nivel educativo de los padres, ocupación de los padres, lugar de residencia) y variables relativas a la patología alimentaria: peso, altura, tratamiento actual por trastornos de alimentación, tratamiento previo por trastornos de alimentación, frecuencia semanal de atracones, frecuencia semanal de conductas purgativas, frecuencia semanal de conducta diletante, frecuencia semanal de actividad física.

Las pruebas se realizaron en forma grupal en cada curso, los cuales fueron elegidos al azar con un máximo de 30 personas en cada uno. Las administraciones fueron llevadas a cabo por miembros del equipo de investigación: becario e investigadores. La duración de cada adolescente fue entre 45 y 60 minutos (dos módulos de clase). Los participantes fueron informados del objetivo de la investigación y sus padres firmaron un consentimiento informado. Se incluyeron en el estudio sólo aquellos alumnos cuyos padres autorizaron su participación.

La edad en que se presenta el riesgo de trastorno alimentario y caso clínico en esta investigación es a los 14 años, los hallazgos en investigación mencionan que los trastornos alimentarios y la insatisfacción con su imagen corporal se inician en las niñas alrededor de los 10 años y se incrementan con la transición de la escuela secundaria (Unikel, 2000).

La investigación realizada en el Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro, se dan cuenta de que los trastornos alimentarios ya se encuentran en instalación en la población de jóvenes estudiantes. Si bien los resultados de esta investigación no se pueden generalizar a todas los alumnos del Cobaq 8, se muestran como antecedentes para futuras investigaciones.

Técnicas

Dentro de la forma en que se hará la técnica del encuestas las cuales se realizaran preguntas a los alumnos sobre cómo es que se sienten entre otras preguntas las cuales, ayudaran a tener información para saber cuál trastorno alimenticio tiene cada persona ya que cuando se realice la encuesta se tomara en cuenta para poder identificar que sufre la enfermedad, después de saber se le realizaría una segunda encuesta la cual se sabrá cuál es el nivel en el que está el trastorno alimenticio.

En base a las respuestas que se obtuvieron en ambas en cuentas se les asigna una cita para que puedan visitar al psicólogo de la preparatoria o ya sea uno particular, el cual les pueda ayudar, y pueda saber qué tipo de trastorno tiene ya sea bulimia, anorexia o el trastorno por atracón. Al tener un diagnostico el medico puede asignarle algunas actividades o bien así puede saber cómo tratar la enfermedad del adolescente para que pueda tener una mejor alimentación y que no tenga miedo a comer.

Conclusión

El trastorno alimenticio en adolescentes es un tema importante a tratar con ellos para que no se sientan obligados a tener que bajar de peso solo para cumplir con estándares que no deben de tener, ya que esto les perjudica a su salud. Podemos concluir que los alumnos del COBAQ 8 empiezan a tener trastorno alimenticio sin que ellos se den cuenta de que lo padecen, al momento de mandarlos con un especialista que trata esta enfermedad, se puede observar que no están tan mal en la encuestan del

trastorno alimenticio, también nos damos cuenta que varios psicólogos dicen que la anorexia, la bulimia y el trastorno por atracón se pueden controlar o bien así se puede contrarrestar para que la persona deje de hacerlo y no se haga daño a la salud ya que en las ocasiones que se vomita pueden dañar su esófago y esto les pueda causar algún daño más grande además de que pueden sufrir desmayos por la causa de no comer o bien así por falta de nutrientes que la comida trae, en otras ocasiones se puede ver que ay alumnos que comen como si no hubiera fin y esto provoca que los alumnos tengan un sentimiento de culta por a ver comido tanto, al momento de sentir esto ellos mismo se van a vomitar y a decir que eso fue porque les cayó mal lo que comieron sin decir que se sienten mal con su mismo cuerpo.

Bibliografía

Chamorro, M. (2022) Trastornos alimenticios en adolescentes. Recuperado de. https://canalsalud.imq.es/blog/trastornos-alimenticios-adolescentes

Flores Pérez, L. (2018) Atiende IMSS Trastornos Alimenticios con Tratamiento Médico, Psicológico y en Nutrición. (n.d.). Gob.mx. Recuperado de. http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201805/114

Fajardo, C., & Belén, A. (2021). Los trastornos alimenticios en adolescentes. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20626

Portela De Santana, M. L., Da Costa, H., Junior, R., Mora Giral, M., Raich, R. M. a., & Santana, M. L. P. (n.d.). La epidemiología y los factores de riesgo de los trastornos alimentarios en la adolescencia; una revisión. https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.2.5573

Calvo, M. P. C. A. (2010). Prevalencia de trastornos alimentarios. Nortesalud.com. https://nortesalud.com/wp-content/uploads/2018/01/TCA_MatComplem_Prevalencia.pdf

Rutsztein, G., Murawski, B., Elizathe, L., & Scappatura, M. L. (2010). No title. Org.Mx. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-15232010000100006&script=sci_abstract&tlng=pt (N.d.). Unirioja.Es. Retrieved September 25, 2023, from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7243282

Correa, M. L., V., Zubarew G, T., Silva M, P., & Romero S, M. I. (2006). Prevalencia de riesgo de trastornos alimentarios en adolescentes mujeres escolares de la Región Metropolitana. Revista Chilena de Pediatria, 77(2), 153–160. https://doi.org/10.4067/s0370-41062006000200005

Política para promoción de un entorno organizacional favorable

Autoría: Diana Paulina Aguilar Blancas
Asesor: Josué Huerta Maldonado
Institución: Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro
Contacto: 2021301026@uteq.edu.mx

Resumen

Un ambiente laboral positivo constituye a un físico y una mente sana en los colaboradores dentro de una organización. En esta investigación ira enfocada a la empresa Brose México es una empresa industrial dedicada a los elevadores de puerta, se va investigar de otros investigadores sobre el caso, se pretende tener un conocimiento más sobre el tema, una vez entendido el contexto se va decidir los autores de esta investigación, también describir el escenario para definir un objetivo esto nos va ayudar a crear posibles hipótesis.

Se investigo acerca de los métodos para esta investigación que se pretende utilizar un estudio de caso porque es la que más se acerca y es la más útil al tema de la investigación.

Sobre dicho método se investigó los tipos de técnicas que se pueden utilizar, las técnicas que describen en esta investigación son el cuestionario donde las respuestas serán por rubros y por escala tipo Likert y la observación donde se va observar a los empleados en el área, y se anotaran los comportamientos dentro en su entorno de trabajo, aunque las conclusiones no estén en dicha investigación en los resultados está en un 75% de avance esto porque apenas está en proceso de su aplicación.

Abstract

A positive work environment constitutes a healthy physique and mind in employees within an organization. In this investigation, the focus will be on the company Brose México, an industrial company dedicated to door lifts. Other researchers will investigate the case. The aim is to have more knowledge about the topic. Once the context is understood, the Authors of this research also describe the scenario to define an objective, this will help us create possible hypotheses.

The methods for this research were investigated, which is intended to use a case study because it is the closest and most useful to the research topic.

Regarding this method, the types of techniques that can be used were investigated. The techniques described in this research are the questionnaire where the answers will be by items and by Likert-type scale and observation where the employees in the area will be observed, and The behaviors within their work environment will be noted, although the conclusions are not in said research, the results are 75% complete, this is because it is barely in the process of being applied.

Palabras clave

Ambiente laboral, Organización, Observación, Método, Técnicas, Resultados.

Introducción

"El estrés laboral conlleva unas respuestas psico-fisiológicas por la percepción amenazante de un factor de riesgo o factores psicosociales de riesgo que afecta a la salud de los trabajadores y al funcionamiento" (Sauter, Murphy y Levi, 1998).

"La NOM-035 incluye diversos instrumentos, en formato de cuestionarios, que pretenden identificar el grado de riesgo psicológico al que es sometido un empleado en el desempeño de sus labores" (Gómez, et al. 2024).

En base a ello se recomienda que la organización diseñe primeramente políticas para la gestión y prevención de los riesgos determinados el fin de evitar que estos influyan en el desempeño del colaborador; y que posteriormente las implemente para promover un sentido de pertenencia y motivación en los colaboradores pues al ser el recurso humano un elemento fundamental para la organización un empleado comprometido y feliz contribuye a generar un valor agregado a la organización (Chang, et al. 2022,pág 9).

Esta investigación va enfocada en la Área Recursos Humanos, aproximadamente son 18 empleados cuyo perfil es:

Sexo indistinto, en específico 4 personas del sexo masculino y 14 personas del sexo femenino cuyas edades van de los 21 a 45 años, con escolaridad

mínima en: Licenciatura en administración o similares, Licenciatura en enfermería, otras Licenciaturas enfocado al sector de salud,

Brose tiene más de 100 años en el mercado fue fundada por Max Brose en el año 1908 su matriz principal está en Conburg Alemania, tiempo después llego a México en el estado de Querétaro en el año de 1993

Es la empresa donde se hará esta investigación, ubicada en calle 2 #7 Col. Parque Industrial Benito Juárez. Es de giro automotriz en donde su fabricación principal son los elevadores de puerta.

Actualmente esta planta tiene 360 empleados, es considerada una de las más pequeñas a nivel nacional, pero de las que más venden en Estados Unidos.

El propósito de esta investigación es proponer políticas en el área administrativa para reducir el estrés laboral.

Las interrogantes que se buscan resolver en esta investigación son:

¿De qué manera saber que políticas proponer para el área administrativa?, ¿Será de utilidad para llegar al núcleo del problema?, ¿Cómo interpretar los resultados una vez aplicando este método?, ¿De qué manera guiarme para que plantear recomendaciones que sea de utilidad en la empresa?

La suposición para esta investigación es:

Mediante un estudio cualitativo en el área administrativa, podría definirse métodos para llegar a una conclusión y poder utilizar políticas mediante estudios ya hechos anteriormente.

Para ser más concretos en nuestra hipótesis:

Siguiendo las indicaciones de la investigación sobre el tema, se pudo interpretar y obtener resultados reales para Promoción de políticas dentro de Brose México

La importancia y pertinencia de esta investigación es:

Las empresas tengan un entorno organizacional favorable, se basa en los siguientes elementos: liderazgo positivo, comunicación asertiva, sistemas de compensación, salario atractivo, relaciones interpersonales sanas y autorrealización, dicho lo anterior también que cumplan con sus actividades en tiempo y forma, saber sus funciones de acuerdo a cada puesto.

Además, que los trabajadores se sientan más comprometidos con los objetivos de la compañía, generando más productividad en las empresas. Por lo contrario, no es del todo así, de acuerdo con la secretaria de salud menciona que las mayorías de las empresas sufren de estrés laboral en sus jornadas de trabajo a causa desgaste de salud física y mental, es uno de las principales causas de ausentismo y rotación de personal.

Con lo dicho anteriormente es indispensable que las empresas le den la debida importancia a sus trabajadores donde puedan analizar su entorno laboral y ver si es favorable o no, es decir que si es negativamente se pueden crear estrategias, acciones o políticas dentro de la misma.

Esta investigación es: la empresa Brose México, como muestra de la misma se tomará el área administrativa para ser más específicos en el departamento de Recursos Humanos. Brose se ha considerado una empresa familiar, así mismo es importante la salud mental y física de sus trabajadores. Se pretende hacer un estudio dentro del departamento por lo que se busca un método para tener resultados más precisos, al final se implementará políticas para crear una promoción de un entorno organizacional favorable dentro de la compañía.

Algunas investigaciones previas respecto al tema que aborda se han llegado a tales conclusiones como:

El trabajo es la actividad principal del ser humano que coadyuva en la satisfacción de sus necesidades vitales tanto materiales como espirituales. Un elemento clave en el desarrollo del trabajo son las condiciones naturales, físicas, de organización donde se desempeña el trabajador dentro del entorno laboral. El ambiente o clima de trabajo se compone de todos los elementos o factores que pueden influir en la actividad laboral ya sea una oficina, fabrica o empresa.

Cada vez existe mayor interés y preocupación de las empresas porque exista un clima laboral positivo, ya que este es clave para que los trabajadores no solo produzcan más, sino que también los espacios sean seguros, con condiciones físicas del ambiente confortable. Lo anterior también favorece a las relaciones interpersonales entre supervisores, jefes y trabajadores sean empáticas y propositivas, que exista un sentido de pertenencia entre los empleados hacia su espacio de trabajo y con ello exista satisfacción y menos inseguridad laboral.

La Comisión Mundial sobre el Futuro del Trabajo, refiere que las personas trabajan para satisfacer necesidades materiales e incluso como una cuestión de autorrealización y supervivencia; además el trabajo es una conexión directa entre la persona y la sociedad. Por lo que se estima que 2,78 millones de trabajadores mueren y enferman o presentan alguna discapacidad cada año, lo que sugiere indagar el clima laboral para conocer los factores de este, que afectan directamente al trabajador.

Cuando el entorno o clima laboral es negativo se expresan en el individuo situaciones de conflicto, malestar emocional, baja motivación para el trabajo y deficientes relaciones entre los individuos (jefes y compañeros) que pueden influir en el estrés laboral y producir alteraciones cognitivas como la restricción de la habilidad para la concentración, percepción, creatividad y la toma de decisiones, junto a problemas de salud mental y conductas de riesgo como el consumo de riesgo de alcohol.

Se ha evidenciado que existe una relación directa entre el clima laboral y la salud mental y física de los trabajadores, cuando estos perciben que el clima es positivo se observan actitudes favorables en el trabajo, como la motivación, el compañerismo, el apoyo entre colegas, y el desempeño exitoso. Se ha observado que cuando existe falta de información o conocimiento sobre los hechos que ocurren en su trabajo, puede afectar al trabajador y generar sentimientos de inseguridad laboral sobre su futuro. Cuando el clima laboral es percibido como negativo influye en la inadaptación del personal, la alta rotación, el ausentismo, las constantes incapacidades médicas, la baja productividad y en la aparición de consecuencias fisiológicas y psicológicas como el estrés laboral y es percibida como una amenaza al bienestar físico, psicológico y social.

El estrés laboral puede aparecer como resultado de la relación entre el individuo, el clima laboral y la percepción individual de factores amenazantes, derivados del trabajo, que pone en peligro el bienestar físico, psicológico y social y aumenta la probabilidad del consumo de alcohol. Reflejándose en el conjunto de las preocupaciones, mortificaciones y nerviosismo que tiene el trabajador como resultado de las altas exigencias demandadas en su trabajo, del clima laboral, de la inseguridad del trabajo y la capacidad de respuesta del trabajador a las demandas o exigencias de su trabajo (Saldaña,et al. 2014).

La OIT señala que en los últimos años se ha prestado más atención al impacto de estos factores en el lugar de trabajo, y se reconoce que el estrés, el agotamiento emocional y el acoso psicológico pueden estar presentes en todas las profesiones y en todos los trabajadores. Estos factores pueden tener un impacto significativo en la salud, el ausentismo y el desempeño de los trabajadores si no se aplican medidas preventivas, de protección o control.

A nivel nacional, en México, se estableció un plan nacional de desarrollo con el objetivo de promover un empleo de calidad y una cultura de trabajo digno. Se creó un Programa Sectorial de Trabajo y Previsión Social que tenía como objetivo proteger los derechos de los trabajadores en situación de vulnerabilidad y garantizar el cumplimiento de la normatividad laboral Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo en 2014, que incluyó la identificación y el análisis de puestos de trabajo con riesgo psicosocial.

En respuesta a estas preocupaciones, el Gobierno de México, a través de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, elaboró el Proyecto de Norma Oficial Mexicana "Factores de riesgo psicosocial en el trabajo: Identificación, análisis y prevención" (NOM-035-STPS-2018) y estableció lineamientos para la prevención de la violencia laboral y la promoción de un entorno organizacional favorable en las organizaciones (Rodríguez,et al. 2022).

El estrés puede ser beneficioso en cantidades limitadas, ya que puede ayudar a alcanzar objetivos personales y organizacionales, pero el exceso de estrés puede tener efectos nocivos en la salud física y mental de los empleados.

Se discuten varios métodos para medir el estrés, que incluyen cuestionarios psicológicos, mediciones físicas como la presión arterial y mediciones fisiológicas de niveles hormonales, entre otros. También se mencionan algunas formas de aliviar el estrés, como la práctica de deportes, escuchar música, bailar y tener pasatiempos.

La importancia de abordar el estrés en el lugar de trabajo debido a los desafíos cambiantes en la naturaleza del trabajo y los problemas de salud y morales que pueden surgir. Algunas estrategias para gestionar el estrés laboral, como la delegación de

tareas, compartir la carga de trabajo con colegas, equilibrar el trabajo y la vida familiar, y reducir las horas extras (Liza, 2020).

Los más importantes cambios en el mundo laboral están desembocando en riesgos psicosociales emergentes que guardan relación con la manera en que se planifica, gestiona y organiza actualmente el trabajo. Sus efectos más notorios son un nivel de estrés que se transforma en nocivo o destres, y un riesgo del deterioro de la salud en sus dos áreas son de manifestación mental y física. Estudios realizados en países que poseen una mayor experiencia en estos temas arrojaron como resultado que los factores que más favorecen a la aparición del estrés, son el apremio de tiempo y el contacto conflictivo con los clientes derivado del hecho de mediar entre la voluntad de ellos y los objetivos de la empresa a la que representa (Quispe,et al. 2019).

La Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosociales en el trabajo-Identificación, análisis y prevención de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), entró en vigor en México el 23 de octubre del 2019. Tiene como propósito la prevención y evaluación de los riesgos psicosociales que pueden afectar a los trabajadores en su entorno laboral, para ello se anexan tres guías de referencia, una de ellas relacionada a acontecimientos traumáticos y dos que miden los factores de riesgo (GRII) y el entorno organizacional (GRIII) con escalas de rendimiento típico. Los comportamientos analizados por estas guías necesitan ser comparados y relacionados con distintos fenómenos psicosociales más allá del dominio del trabajo, permitiendo la profundización en las interacciones que estos factores de riesgo presentan con otras variables psicosociales de los individuos, no sólo vistos como trabajadores sino como personas de carne y hueso (Rojas, 2020).Hasta el momento, son pocos los estudios sobre la aplicación de las guías de referencia de la NOM-035 y del análisis de las propiedades psicométricas de sus factores (Uribe, Gutiérrez y Amézquita, 2020).

Las exploraciones sobre la relación de los factores de riesgo y el bienestar se han volcado sobre el análisis del bienestar laboral, que es una dimensión que enfatiza sólo aquellas condiciones que resultan del ambiente laboral (Luceño-Moreno, Talavera-Velasco, Martín-Gacía y Escorial, 2017), pero no del bienestar general de la persona. Cuando se analizan los distintos factores laborales que pueden incidir en la salud de los trabajadores, se presume que estos también inciden sobre el bienestar. Por lo tanto, la relación entre el trabajo y el bienestar deriva en la tarea de profundizar en los factores psicosociales que influyen de manera directa en el bienestar de los trabajadores, no sólo en la satisfacción laboral, sino en la experiencia general de estar-bien de las personas (Watkins y Rojas, 2019). En la medida en que el bienestar es influido por la naturaleza de las relaciones interpersonales, es claro que el trabajo es un dominio de vida en el que otros pueden contribuir (Barker y Wrzesniewski, 2013), por lo que se torna significativo el factor relacional en el trabajo para la vivencia del bienestar evaluativo y satisfacción con la vida; de aquí se plantean las directrices del presente estudio (Zavala,et al. 2021).

La línea epistemológica que sustenta esta investigación es:

Teoría de la Motivación-Higiene

Herzberg desarrollo la teoría de los dos factores, que también se le conoce como teoría de motivación/higiene. Originalmente para construir la teoría, Herzberg obtuvo la información por medio de varias entrevistas a empleados en distintas organizaciones, y durante dichas reuniones, le pedía a los empleados que recordaran cuando se sentían bien o mal durante su labor en la empresa (Herzberg, Mausner y Snyderman, 2011). El objetivo de esa investigación consistió en analizar las actitudes de los empleados hacia su trabajo, para descubrir qué motivó estas actitudes y qué impacto tuvieron en la persona y su motivación para trabajar. Durante las entrevistas se les preguntó a los empleados que les gustaba y que les disgustaba de su trabajo, y después de analizar los datos, identifico que existen factores que no se relacionan ni se asocian a la satisfacción o insatisfacción laboral, es decir, en los resultados observó que los empleados tienen dos conjuntos de necesidades o factores que le permiten determinan su desempeño: necesidades básicas, tales como alimentarse, evitar el dolor y la privación, descanso, etc., y necesidades superiores, aquellas que permiten al ser humano crecer psicológicamente (Castillo

Aponte, 2006). Algunos factores encontrados se relacionaban con satisfacer dichas necesidades, así que aquellos factores que llevan a satisfacer las necesidades en el trabajo le llamaron "motivadores" (Fiore, 2004). Dichos motivadores son: el logro, el reconocimiento, el trabajo, la responsabilidad, el avance y el crecimiento personal. Cuando el empleado se siente insatisfecho con su trabajo y lo relaciona con ciertos factores, Herzberg le llamó a estos "factores de higiene", a estos factores se les puede controlar y permitir que exista un cierto grado de estos factores, pero dichos factores nunca podrían provocar la motivación de los empleados. Estos factores son: las políticas de la compañía, el estilo de supervisión, las relaciones con los integrantes de la organización, las condiciones físicas de trabajo y el salario (Mills, et al, 2006). Los factores de higiene se les conocen de esa manera porque dichos factores no sirven o no funcionan para provocar la satisfacción, sino que son factores que ayudan a evitar la insatisfacción, tal como ocurriría con la higiene del cuerpo, la higiene como tal no asegura la salud del cuerpo pero ayuda a evitar la enfermedad (Crespo Ramos, et al, 2003).

Teoría de la Motivación-Higiene: Herzberg propuso que existen dos categorías de factores que influyen en la satisfacción y la insatisfacción laboral de los empleados:

Factores de Higiene (Insatisfacción): Estos son aspectos relacionados con las condiciones de trabajo, como el salario, las políticas de la empresa, la supervisión, las relaciones laborales y las condiciones físicas.

Factores de Motivación (Satisfacción): Los factores de motivación se relacionan con aspectos como el reconocimiento, la responsabilidad, el logro personal y el contenido del trabajo en sí. Estos factores tienen el potencial de aumentar la satisfacción y la motivación laboral.

Esta teoría se puede aplicar fomentar un clima de trabajo positivo y una cultura organizacional que valore el reconocimiento, la colaboración y la responsabilidad puede influir en la satisfacción y la motivación de los empleados. Abordar las preocupaciones relacionadas con los factores de higiene, como las condiciones laborales, también es fundamental para mantener la satisfacción (Herzberg,1968).

Teoría de Abraham Maslow

La "Teoría de la Motivación Humana", propone una jerarquía de necesidades y factores que motivan a las personas; esta jerarquía se modela identificando cinco categorías de necesidades y se construye considerando un orden jerárquico ascendente de acuerdo a su importancia para la supervivencia y la capacidad de motivación.

Las cinco categorías de necesidades son: fisiológicas, de seguridad, de amor y pertenencia, de estima y de auto-realización; siendo las necesidades fisiológicas las de más bajo nivel. Maslow también distingue estas necesidades en "deficitarias" (fisiológicas, de seguridad, de amor y pertenencia, de estima) y de "desarrollo del ser" (auto-realización). La diferencia distintiva entre una y otra se debe a que las "deficitarias" se refieren a una carencia, mientras que las de "desarrollo del ser" hacen referencia al que hacer del individuo (Koltko 2006).

• Necesidades fisiológicas: son de origen biológico y están orientadas hacia la supervivencia del hombre; se consideran las necesidades básicas e incluyen cosas como: necesidad de respirar, de beber agua, de dormir, de comer, de sexo, de refugio.

• Necesidades de seguridad: cuando las necesidades fisiológicas están en su gran parte satisfechas, surge un segundo escalón de necesidades orientadas hacia la seguridad personal, el orden, la estabilidad y la protección. Dentro de estas necesidades se encuentran cosas como: seguridad física, de empleo, de ingresos y recursos, familiar, de salud y contra el crimen de la propiedad personal.

• Necesidades de amor, afecto y pertenencia: cuando las necesidades de seguridad y de bienestar fisiológico están medianamente satisfechas, la siguiente clase de necesidades contiene el amor, el afecto y la pertenencia o afiliación a un cierto grupo social y están orientadas, a superar los sentimientos de soledad y alienación. En la vida diaria, estas necesidades se presentan continuamente cuando el ser humano muestra deseos de casarse, de tener una familia, de ser parte de una comunidad, ser miembro de una iglesia o simplemente asistir a un club social.

• Necesidades de estima: cuando las tres primeras clases de necesidades están medianamente

satisfechas, surgen las llamadas necesidades de estima orientadas hacia la autoestima, el reconocimiento hacia la persona, el logro particular y el respeto hacia los demás; al satisfacer estas necesidades, las personas se sienten seguras de sí misma y valiosas dentro de una sociedad; cuando estas necesidades no son satisfechas, las personas se sienten inferiores y sin valor.

Abraham Maslow es conocido por su Teoría de la Jerarquía de Necesidades, que describe cómo las personas buscan satisfacer una serie de necesidades que van desde lo más básico hasta lo más elevado. Su trabajo ha tenido un impacto significativo en la comprensión de la motivación y el desarrollo humano, y su enfoque en la autorrealización y el potencial humano ha influido en la psicología y la gestión organizacional.

Esta teoría se puede aplicar en fomentar la participación de los empleados en la toma de decisiones y la colaboración en equipos puede contribuir a la satisfacción de sus necesidades de pertenencia y afecto (Angarita,2007).

Metodología

En este trabajo se usará el método de estudio de caso, estos implican la recopilación de información detallada y relevante sobre el caso, utilizando una variedad de métodos de investigación, como entrevistas, observaciones, análisis de documentos, registros históricos y más. El investigador busca obtener una comprensión completa del contexto, los factores que influyen en el caso y los resultados o consecuencias de interés (Quintana,2006).

El estudio de caso es una modalidad investigativa que se utiliza ampliamente, con excelentes resultados desde inicios del siglo XXI, en las ciencias sociales, en especial en la psicología, la educación, la salud, la sociología, la antropología y, de manera más reciente, en los campos de la economía y la administración.

El objetivo de los estudios de caso, mejor conocido como el método del caso, es estudiar en profundidad o en detalle una unidad de análisis específica, tomada de un universo poblacional.

Para el método del caso, la unidad de análisis,"el caso objeto de estudio es comprendido como un sistema integrado que interactúa en un contexto específico con características propias. El caso o unidad de análisis puede ser una persona, una institución o empresa, un grupo, etcétera.

Como método o procedimiento metodológico de investigación, el estudio de caso se desarrolla mediante un proceso cíclico y progresivo, el cual parte de la definición de un(os) tema(s) relevante(s) que se quiere(n) investigar. Se estudian en profundidad estos temas en la unidad de análisis, se recolectan los datos, se analizan, interpretan y validan; luego, se redacta el caso

Las principales fuentes para la obtención de la información, en el estudio de caso, son las personas directamente relacionadas con el caso o la unidad de análisis y documentos de toda indole válidos que contengan información sobre el caso.

Las técnicas más utilizadas y adecuadas para el estudio de caso son la observación estructurada, las entrevistas, los cuestionarios, los diarios, las autobiografías, los documentos personales, la correspondencia, etcétera.

Es importante no confundir el estudio de caso como "método de investigación con el estudio de caso como "método o estrategia pedagógica de enseñanza-aprendizaje". Recuérdese que el estudio de caso, como método de investigación, es un procedimiento metodológico para estudiar en profundidad y en detalle una unidad de análisis dentro de un universo poblacional a partir de un(os) tema(s) de interés del investigador, siendo estos temas relevantes los que en todo momento guían el estudio (Bernal 2010,p.115-116).

El método de caso es el adecuado para la investigación porque se va a investigar a un grupo de personas en este caso es en el área de Recursos Humanos.

Mediante las investigaciones previas de casos similares se va a tomar de referencia para poderlo aplicar dentro de la organización, se pretende ver el tipo de grupo que hay dentro, describiendo su perfil y que funciones tienen dentro del área

Las técnicas que se utilizaran en esta investigación para obtención de los datos requeridos son siguientes:

Se va realizar por medio de la observación se llevará el control en un archivo esto servirá para conocer el entorno del escenario.

El cuestionario que va aplicar es de la NOM-035 en donde se va identificar los factores de riesgos psicosociales en los centros de trabajo

Los rubros que destacan en el cuestionario son:

1- Condiciones de trabajo
2- Actividades y responsabilidades laborales
3- Tiempo destinado a sus actividades y responsabilidades
4- Decisiones en el trabajo
5- Decisiones que puedes tomar en el trabajo
6- Capacitación y información que recibes en el trabajo
7- Relación entre jefe y compañeros

El cuestionario se va contestar por medio una escala tipo Likert:

1- Siempre
2- Casi siempre
3- Algunas veces
4- Casi nunca
5- Nunca

Resultados

La investigación está en tiempo con un porcentaje de cumplimiento del 75% de la investigación, está en el momento de la aplicación de las técnicas todavía no se tienen resultados, aunque ya se describen cuales son dichos resultados

Discusión y conclusiones

Para finalizar como anteriormente se mencionó en los resultados todavía no hay una conclusión como tal sin embargo, se idealiza que al momento de hacer las observaciones dentro del área se puede observar que los trabajadores siempre están en su lugares, por la carga de trabajo algunos no ingieren alimentos ni se hidratan por lo que les provoca cierto dolor físico por la mala postura que están, algunos trabajan más de 8 horas.

Una vez identificando estos factores se hizo un acercamiento para preguntar qué tal se sentían en su jornada de trabajo por lo que la mayoría sus respuestas fueron corta, otras un poco más tensas, parte de esta investigación quedo hasta este punto, apenas se va iniciar el proceso de la aplicación de técnicas.

Nuestro guía en esta investigación será la NOM-035 anteriormente a lo largo de este documento hemos conocido sobre ella. Como aplicar la NOM-035 en dicha organización, se retomará un poco de la información que ya se mencionó.

1-Lo primero es leer y comprender la NOM-035 en su totalidad, debes estar familiarizado con todos los requisitos y lineamientos que establece la norma. 2- Es importante designar a una persona o un equipo encargado de implementar y dar seguimiento a la norma en la organización.

3- Realiza una evaluación inicial de la situación psicosocial en tu lugar de trabajo. Esto puede incluir la revisión de políticas y procedimientos existentes, así como la recopilación de información a través de encuestas de clima laboral, entrevistas con empleados y otros métodos para identificar áreas de riesgo. 4- Identifica los factores de riesgo psicosocial presentes en el entorno laboral, estos pueden incluir carga de trabajo excesiva, jornadas laborales prolongadas, falta de control sobre las tareas, conflictos laborales, acoso y otros factores que puedan afectar la salud mental de los trabajadores.

5-Evalúa la gravedad de los factores de riesgo identificados, determina cuáles representan un riesgo significativo para la salud mental de los trabajadores.

6-Desarrolla e implementa medidas preventivas para reducir o eliminar los factores de riesgo psicosocial identificados, estas medidas pueden incluir cambios en las políticas de recursos humanos, programas de capacitación, promoción del equilibrio entre el trabajo y la vida personal, entre otros. 7-Realiza un seguimiento constante de las medidas implementadas y evalúa su efectividad, lleva registros de los avances y acciones tomadas. 8-Capacita a los trabajadores y a los responsables de la aplicación de la norma sobre los riesgos psicosociales y las medidas preventivas. 9- Mantén registros documentados de todas las acciones tomadas y los resultados obtenidos. 10-Informa a los trabajadores sobre las medidas implementadas y promueve un ambiente de trabajo en el que se fomente la comunicación abierta sobre temas relacionados con la salud mental.

Una vez mencionado lo anterior, se tiene las bases fundamentales para poder empezar con la metodología para esta investigación por lo que se espera crear un impacto positivo en la empresa, cabe recalcar que por el momento se va omitir la capacitación en los trabajadores por el momento solo se llegaría a la parte de aplicar método, técnicas y

informar a los colaboradores de las medidas implementadas.

Referencias bibliográficas

Rodríguez, M. A. R., & Ley, G. C. (2022). Diagnóstico de factores de riesgo psicosocial en una empresa de transporte público de Yucatán. Praxis Psy, 23(38).

Sauter, S., Murphy, L., Hurrell, J., & Levi, L. (1998). Factores de riesgos psicosociales y de organización.OIT, Enciclopeida de salud y seguridad en el trabajo. España: Ministerio del trabajo y asuntos sociales.Selye, H. (1960). La tensión en la vida. Cía. General Fabril.

Liza Neciosup, J. J. (2020). Estrés laboral y clima organizacional en los colaboradores de la empresa Buen Vivir SAC 2020.

Quispe Jacobo, E. L., & Quico Cahuana, R. J. (2019). Riesgos psicosociales y su influencia en el desempeño laboral de los trabajadores administrativos de la Gerencia Regional de Salud de Arequipa, 2019.

Flores, J. G. M. Principales Aportaciones De Frederick Herzberg A La Administración Moderna.

Herzberg, F., Mausner, B. y Snyderman, B. B. (2011) The motivation to work. Transaction Publishers.

Castillo Aponte, J. (2006) Administración de personal: un enfoque hacia la calidad. Ecoe Ediciones.

Fiore, D. J. (2004) Introduction to educational administration: standards, theories, and practice. Eye On Education.

Quintana Peña, A. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa.

Zavala, J. A. M., & Juárez, M. T. G. (2021). Satisfacción de vida y riesgos psicosociales en el trabajo: la NOM-035 frente al bienestar. Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México, 10(20), 80-102.

Gómez, S. M., Montes, J. L., & del Castillo, E. (2024). Evaluación de la norma 035 para la medición de los factores de riesgo psicosocial en el entorno laboral mexicano. Contaduría y Administración, 69(1), 426.

Chan, J. Y., & Canto, L. E. L. (2022). Incidencia de factores de riesgo psicosocial en una empresa de servicios con base en la nom-035-stps-2018. RILCO DS: Revista de Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación, 4(36), 42-51.

Saldaña Orozco, C., Ramírez Lira, E., Anaya Velasco, A., & Baeza Alcaraz, M. (2014). Evaluación de los riesgos psicosociales con el instrumento CTCPS-MAC-batería para el estudio de las condiciones de trabajo de carácter psicosocial-en el Departamento de Obras Públicas de un ayuntamiento del sur de Jalisco (México). Revista Salud Uninorte, 30(3), 293-301.

Encuesta para la reorganización de servicios: El caso del Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias

Martínes Domínguez Aliena Soledad[1], Kato Vidal Enrique Leonardo[2] [1]Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, amartines12@alumnos.uaq.mx
[2]Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, enriquekato@uaq.mx

Resumen — En México las mujeres representan un bajo porcentaje de los líderes empresariales, por lo que organismos de negocios exclusivos para mujeres como, el Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias (CCME) constituyen un notable caso de estudio. El presente trabajo busca conocer información sobre la experiencia de afiliadas con el CCME, con el fin de reorganizar sus servicios y aumentar su efectividad. Para ello se realizaron encuestas de valoración de servicios, de las cuales se obtuvo información que constituye un insumo valioso para consolidar las actividades del consejo, la cual se describe a detalle en este artículo.

Palabras clave — Consejo de negocios, mujeres empresarias, capacitación en emprendimiento, modelo a seguir, Querétaro

Abstract — In Mexico, women represent a low percentage of business leaders, which is why business organizations exclusively for women, such as the Coordinating Council of Women Entrepreneurs (CCME) constitute a notable case study. The present work seeks to know information about the experience of affiliates with the CCME, to reorganize their services and increase their effectiveness. For this, service assessment surveys were carried out, from which information was obtained that constitutes valuable input to consolidate the activities of the council, which is described in detail in this article.

Keywords — Business council, women entrepreneurs, entrepreneurship training, role model, Querétaro

I. INTRODUCCIÓN

El Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias (CCME, 2023), es una asociación civil que constituye un ente de vinculación y coordinación para las mujeres empresarias y líderes de diferentes organizaciones y grupos de la sociedad civil. Cuenta con capítulos en diversos estados de la república como Querétaro, cuyo capítulo nace en abril de 2021. Para lograr sus objetivos, el consejo brinda diversos servicios de mentoría y capacitación a mujeres representantes de organismos empresariales y/o sociales, empresarias, emprendedoras y altas ejecutivas (Lafortune, Riutort y Tessada, 2018).

El CCME QRO está conformado por 332 mujeres que participan dentro de la asociación, las cuales cuentan con perfiles y negocios con características muy diferentes. Dicha diversidad plantea una problemática para la organización con respecto a la estrategia óptima para ofrecer servicios efectivos que respondan a las necesidades y expectativas de las participantes.

Con base a dicha problemática, la investigación pretende identificar áreas de oportunidad dentro del consejo, así como reorganizar los servicios que este ofrece (Bullough, et al, 2015), mediante la documentación de las experiencias y expectativas de las afiliadas que conforman el CCME Querétaro.

II. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es diseñar y levantar un cuestionario dirigido a mujeres afiliadas para

conocer sus expectativas y documentar su experiencia con el CCME- Querétaro, a fin de identificar oportunidades y reorganizar los servicios del Consejo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se realiza un estudio con enfoque cuantitativo que busca obtener resultados a través de trabajo de campo (encuestas) realizado dentro del consejo, con la finalidad de recopilar datos que sean de utilidad para la elaboración de una estrategia que mejore la eficiencia de los servicios ofrecidos por el Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias Capítulo Querétaro CCME-Querétaro (Rauch y Hulsink, 2015).

Para ello se determinó como objeto de estudio a las mujeres que forman parte del CCMEy se llevó a cabo una serie de encuestas que pretenden recolectar información clave sobre el nivel de satisfacción con los servicios que ofrece el consejo, el grado de participación, elperfil y las necesidades de quienes lo conforman. La población del estudio está conformadapor 332 mujeres que forman parte de la base de datos del CCME, la cual se divide en dos grupos: Afiliadas (mujeres oficialmente afiliadas al consejo) y participantes activas (mujeres no oficialmente afiliadas pero que participan en las actividades del consejo). Para julio de 2023 el CCME contaba con 78 afiliadas y 254 participantes activas.

De dicha población se determinó como muestra a 15 mujeres del grupo A (Afiliadas), delas cuáles una parte fueron seleccionadas mediante un método de muestreo aleatorio y el resto fueron casos por conveniencia. La cantidad de mujeres para la muestra fue determinada en proporción a la cantidad de integrantes conformaban la población. Así mismo la información necesaria para el estudio se obtuvo a través de encuestas telefónicas. Complementariamente se recopiló información disponible en notas periodísticas y redes sociales, así como la proporcionada por la organización.

Para la recolección de datos se diseñaron dos cuestionarios dirigidos a las integrantes del CCME. Dichos cuestionarios (A y B) tienen una duración diferente ya que cuentan con distinto número de preguntas, donde A tiene la mayor cantidad de preguntas y B es una versión reducida del primero. El cuestionario A fue diseñado para encuestadas con mayor interés y disponibilidad de tiempo y el cuestionario B para el caso contrario.

Con el fin de comprobar la funcionalidad de los cuestionarios redactados se llevaron a cabo diversas pruebas, las cuales permitieron realizar las correcciones necesarias para la aplicación de las encuestas telefónicas a las mujeres que conforman el elemento muestral.(Figura 1.)

		(a) Pre piloto 1		(b) Pre piloto 2	
Secciones	*Temas*	*Cuestionario A*	*Cuestionario B*	*A*	*B*
1. Servicios	Satisfacción, interés y participación en CCME	8	6	8	5
2. Afiliación	Antigüedad en CCME y adscripción a otras cámaras	8	5	11	9
3. Sobre su negocio	Desempeño y actividad de su negocio, y necesidades de capacitación	7	5	7	5
4. Perfil de afiliadas	Escolaridad de las afiliadas y conocimiento sobre temas empresariales	5	5	3	2
	Total (Núm preguntas)	28	21	29	21
	Duración (minutos)	13	8	13	8
		(c) Piloto		(d) Encuesta	
Parte b		*A*	*B*	*A*	*B*
1. Servicios	Satisfacción, interés y participación en CCME	7	5	7	5
2. Afiliación	Antigüedad en CCME y adscripción a otras cámaras	10	8	10	9
3. Sobre su negocio	Desempeño y actividad de su negocio, y necesidades de capacitación	7	5	7	5
4. Perfil de afiliadas	Escolaridad de las afiliadas y conocimiento sobre temas empresariales	3	2	3	2
	Total (Núm preguntas)	27	21	27	21
	Duración (minutos)	10	7	10	7

Fuente: Elaboración propia con base en los cuestionarios.

Figura 1. Número de preguntas y duración de la encuesta y pruebas piloto.

IV. RESULTADOS

La Encuesta aplicada a 15 de las afiliadas del Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias-Querétaro (CCME) revela que sus negocios son muy diversos y cubren toda la gama de actividades no agropecuarias, desde la construcción y la industria, hasta el comercio y los servicios. De los anteriores sobresale el sector servicios, donde se ubican cinco de cada ocho afiliadas (10 personas) realizando actividades de servicios financieros, profesionales, de apoyo a los negocios, servicios de alojamiento, etc. En segundo lugar, está el sector comercio que ocupa a dos de cada ocho de las afiliadas y, finalmente, el sector industrial con una empresaria de cada ocho.

Al categorizar los negocios de las entrevistadas por tamaño de la unidad económica (o número de trabajadores), se detectaron negocios con y sin trabajadores. De las personas entrevistadas, tres de ellas (2 de cada 8 personas) dirigen negocios con el mayor número de trabajadores (siete o más personas), 6 afiliadas (3 de cada 8), negocios más pequeños con al menos una persona contratada y el resto (3 de cada 8) son afiliadas auto empleadaso empresarias unipersonales (Martínez, Puentes y Ruiz-Tagle, 2018).

De igual manera, por medio de la entrevista se obtuvo información sobre las formas de participación de las mujeres empresarias en el Consejo, de modo que se identificaron tres tipos de actividades principales: a) Conferencias y networking, b) Cursos y capacitaciones,y c) Red social: Grupo de WhatsApp. En su mayoría y casi con igual frecuencia de respuesta, las afiliadas mencionaron a las categorías de Conferencias y Cursos y prácticamente no mencionaron el grupo de WhatsApp que tiene el CCME. Sin embargo, durante la preparación del cuestionario y la etapa piloto se conoció que existen otras afiliadas cuya presencia en el CCME se da mediante el grupo de WhatsApp. En ese espacio se comparte información sobre eventos, materiales de interés relacionados con los negocios, se buscan proveedoras de bienes o servicios y también se ofrecen las mercancías de las afiliadas. Por otro lado, el estudio encontró que las Conferencias y Cursos tiene como temática común tópicos de desarrollo personal y emprendimiento (Gielnik, et al, 2015). Ambas temáticas son muy populares entre las afiliadas.

Es interesante notar que al preguntar a las afiliadas por los aspectos más importantes que debería tener una mujer para ser una empresaria exitosa, la mayoría de ellas (7 de cada 8) respondió conceptos relacionados con el desarrollo personal socioemocional, como puede ser: habilidades de liderazgo; inteligencia emocional; comunicación asertiva; entre otras. Es decir, uno de los temas que más se cubre en las actividades de la CCME. Ahora bien, respecto a la frecuencia de participación de las entrevistadas, la mayoría de ellas (6 de cada 8) reportó participar regularmente, sin embargo, sorprende que un grupo minoritario (2 de cada 8), a pesar de haber sido contactado en una actividad del CCME, declaran no participar con frecuencia en las actividades que ofrece el consejo.

Para mejorar la oferta de servicios del CCME se exploró en el cuestionario, el interés y la disponibilidad a participar en talleres de corta duración, así como el perfil deseable del facilitador (OECD, 2022). Se encontró que todas las afiliadas muestran interés y disposición a participar en talleres de corta duración. E incluso, una mayoría (6 de cada 8) a inscribirse a capacitaciones de larga duración. Respecto a quién quisieran como capacitador, respondieron preferir a alguna colega empresaria o una mujer de negocios experimentada.

Al revisar las respuestas de las afiliadas, se halló que las empresarias fundadoras del CCME (las de mayor antigüedad) son las que participan con mayor regularidad y quienes muestran tener disposición a capacitarse frecuentemente. Si bien, otras afiliadas con menor antigüedad también mantienen un alto interés, en contraste, las empresarias con renuencia a capacitarse son aquellas con negocios de mayor tamaño, lo que indicaría escasez de tiempo y quizá una percepción de bajo

valor asociado a los cursos.

A pesar de las diferencias presentadas por los negocios que conforman el Consejo, la mayoría de las afiliadas reportan los mismos obstáculos en cuanto al crecimiento de sus negocios, cuyas problemáticas se relacionan principalmente con la falta de clientes y manejo de marketing. Sin embargo, las empresas con mayor tamaño presentaron obstáculos específicos en el entorno socioeconómico del estado y del país, por lo que este tipo de empresas se encuentran vulnerables ante cambios en los factores económicos.

IV. 1 Utilidad de los grupos empresariales

Así como las afiliadas presentan interés y disposición en los servicios que ofrece el CCME, existe una alta participación de estas en otros grupos empresariales. La mayoría de las encuestadas participan en otras organizaciones las cuales van desde grupos dirigidos a mujeres líderes hasta consejos o cámaras empresariales. Quienes presentan mayor participación en otros grupos empresariales son las empleadoras encuestadas (3 de cada 5), seguidas por una menor pero significativa participación de las empresarias unipersonales.

Con respecto a las razones de esta participación, el estudio encontró que las empresarias encuestadas consideran que los grupos empresariales, como el CCME:

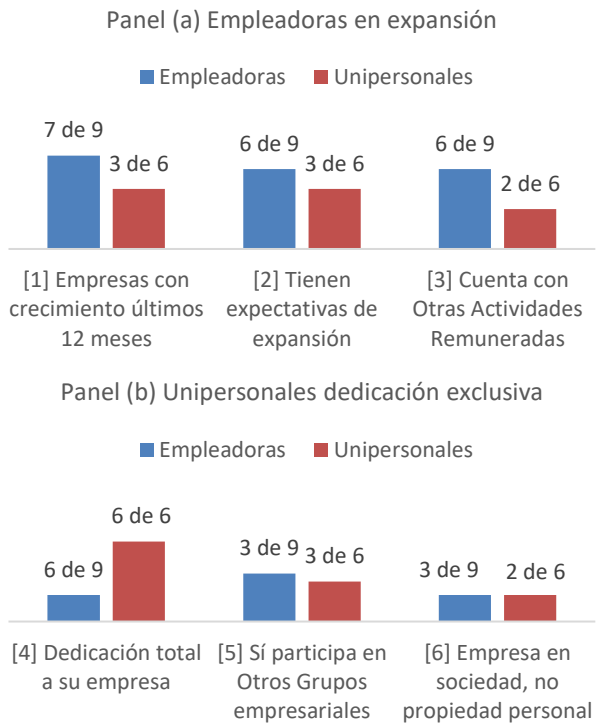
- Promueven las alianzas y vinculación en los negocios, y
- Constituyen una plataforma que les brinda apoyo para ampliar sus conocimientos mediante capacitaciones y mentorías.

Con base en su participación en otros grupos empresariales, así como en sus expectativas de éstos, se infiere que las empresarias unipersonales que no participan en otros grupos empresariales (3 de 6), a pesar de si presentar disposición a capacitarse, no tienen interés en crear alianzas o redes de contactos para sus negocios. Por su parte, se infiere que las empleadoras -quienes participan en gran proporción en otros grupos empresariales y reportan las mismas expectativas de estos grupos- sí están interesadas en seguir ampliando su red de contactos o buscan generar nuevas alianzas.

IV. 2 Los beneficios de formar equipos de trabajo

Los emprendedores tienden a constituir sus negocios en sociedades, ya que la colaboración promueve el desarrollo de sus emprendimientos al permitirles compartir ideas y conocimientos, disminuir riesgos y compartir costos. En el caso del CCME, 3 de cada 9 empleadoras trabajan en sociedad y el resto (6 de cada 9) son dueñas únicas. De lo anterior, a pesar de ser evidente que, en su mayoría, las empleadoras no trabajan en sociedades, analizando sus respuestas anteriores en cuanto a la participación y las expectativas de los grupos empresariales, es posible inferir que buscan generar dichas alianzas y equipos de trabajos por medio de su participación en consejos empresariales.

Figura 2. Atributos de negocios unipersonales y empresas con trabajadores



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las encuestadas.

El trabajo colaborativo mediante la creación de sociedades también permite compartir esfuerzos, reducir la carga de trabajo y promover la motivación de los emprendedores. Reforzando esta idea, el estudio encuentra que las empleadoras del CCME que trabajan en sociedades son quienes reportan tener los negocios de mayor tamaño dentro del consejo y trabajar a tiempo parcial. De manera contraria a las empleadoras, las emprendedoras que trabajan por cuenta propia presentan un comportamiento poco colaborativo, ya que reportan poca participación en otros grupos empresariales y en sociedades, así como los negocios de menor tamaño dentro del CCME, a pesar de todas dedicarse a tiempo total en sus negocios.

El no trabajar colaborativamente mediante equipos de trabajo o con empleados genera grandes cargas de trabajo para las empresarias unipersonales, dicha sobrecarga se ve reflejada en un bajo interés en ampliar sus negocios. Al indagar en las expectativas que tienen las emprendedoras en cuánto a ampliar sus negocios, tan solo 3 de 6 empresarias unipersonales han ampliado recientemente o tienen intención de ampliar su negocio. Por otro lado, la mayoría de las empleadoras (6 de 9), quienes trabajan o presentan interés en generar alianzas o sociedades, tienen expectativas de ampliación o han expandido su negocio recientemente. Así mismo, relacionando las expectativas de ampliación con la realización de otras actividades remuneradas, se encuentra que la mayoría de las encuestadas que quiere ampliar (6 de 9) también reporta realizar otra actividad remunerada y, al contrario, de las 6 que no quieren ampliar tan solo dos realiza otra actividad remunerada. (Figura 2.)
Retomando los análisis anteriores, se concluye que la colaboración y los equipos de trabajo en los emprendimientos influyen en la motivación y/o las expectativas de expansión de las emprendedoras. A continuación, veremos que se encuentra una relación directa con el crecimiento de los emprendimientos.

Como se observó, la colaboración y los equipos de trabajo en los emprendimientos influye en la motivación y las expectativas de expansión. Quienes tienen más interés en trabajar colaborativamente son las empleadoras del CCME, cuyos beneficios obtenidos del trabajo en equipo no solo se ve reflejado en el interés en ampliar, sino en el crecimiento mismo de sus negocios. En relación con lo anterior se encontró que más de la mitad de las empleadoras (7 de 9) han visto crecimiento en sus negocios en el último año, cuyos negocios superan la proporción de los negocios de las empresarias unipersonales que han visto crecimiento (3 de 6). Por lo que se infiere que la colaboración puede influir en el crecimiento de los emprendimientos.

De todos los negocios del CCME, la mayoría (13 de 15) fueron fundados antes de la llegada de la pandemia de COVID-19, por lo que es posible ver que todos los negocios sobrevivieron a la crisis económica que trajo la pandemia. Aunado a lo anterior, una gran cantidad de negocios del Consejo (10 de 15) reportaron crecimiento en sus ventas, por lo que es evidente que los micro y pequeños negocios también han crecido gracias a la fase expansiva que ha estado viviendo la economía queretana entre 2022 y 2023.

IV. 3 Empresarias unipersonales y la mujer multinegocios

De los datos brindados por las encuestadas, se identifican dos perfiles entre las afiliadas del CCME:

1. Mujer multiempresa o multinegocios

A lo largo del trabajo se identifica la presencia de las “mujeres multinegocios”, quienes se identifican mediante las siguientes características:

- Son empleadoras: empresarias con trabajadores a su cargo.
- En su mayoría, se dedican a tiempo total a su negocio.
- Realizan otras actividades remuneradas aparte de sus emprendimientos.

También son quienes:

- Reportan crecimiento en ventas y han ampliado de manera reciente su negocio.
- O, en su defecto, tienen expectativas de ampliarlo.

Así mismo, reportan:

- Participar en otros grupos empresariales con la intención de seguir creando redes de contactos o alianzas que les permitan crecer sus negocios.

2. Empresarias unipersonales

Las empresarias unipersonales son las empresarias que trabajan por cuenta propia (sin empleados) y se dedican de manera total a sus negocios.

- Casi no realizan otras actividades remuneradas, y
- No presentan interés en ampliar su negocio.

A pesar de que:

- Buscan estar en constante capacitación en temas que sean de necesidad para su negocio.
- Y algunas buscan ampliar su red de contactos y alianzas, aunque casi no participan en otros grupos empresariales.

Las "mujeres multiempresa" a diferencia de las trabajadoras independientes, presentan mayor crecimiento y motivación, así como disposición a trabajar en equipo y a capacitarse, por lo que este perfil -se espera- siga presentando los mayores crecimientos en sus negocios. Por su parte las trabajadoras independientes parecen encontrarse en una perspectiva de ausencia de crecimiento. Debido a la carga excesiva de trabajo que tienen en sus negocios por no tener empleados ni equipos de trabajo, carecen de motivación y expectativas de crecimiento, porque ello implicaría más carga de trabajo y, en consecuencia, sus negocios mantendrán el volumen actual de operaciones, aunque existiera oportunidades de mayor rentabilidad.

V. DISCUSIÓN

El CCME ha realizado actividades y ofrecido diversos servicios cuyos objetivos se han centrado en promover el desarrollo personal de las mujeres empresarias e impulsar su preparación en temas de emprendimiento (McKenzie y Woodruff, 2012). La efectividad de estos se ha visto reflejada en la continua participación y el interés, reportados por varias encuestadas (en su mayoría afiliadas con microempresas y emprendimientos en desarrollo). Así mismo se observó alta participación de las encuestadas en los eventos queinvolucraban alguna capacitación o conferencia que a su vez permitían el desarrollo de networking entre las asistentes. Adicionalmente, se identificó alta demanda de servicios de capacitación dirigidos a atender problemáticas específicas de los negocios, así como poca participación presentada por las afiliadas con los negocios más consolidados y de mayor tamaño.

Con dicho panorama se identificó que el CCME está conformado por negocios con distintos intereses y necesidades por lo que, al no existir información sobre las actividades y el tamaño de los negocios, y desconocer las distintas preferencias de cada sector, el Consejo presenta dificultades para ofrecer eventos y servicios más efectivos.

VI. CONCLUSIONES

Con base a los resultados y a los análisis realizados, los objetivos del Consejo pueden ser alcanzados mediante la reorganización de sus servicios, para lo cual nuestro trabajo identifica varias áreas de oportunidad. Por una parte, todas las empresarias presentan obstáculos relacionados con la falta de clientes, por lo que sería de suma importancia enfocar los servicios en brindar apoyo en esta área. Así mismo se considera viable la realización de talleres de corta duración (3 a 5 hrs/semana) impartidos por alguna colega o mujer de negocios experimentada.

Por otro lado, la investigación refleja la

importancia de ofrecer conferencias o cursos donde se traten temas de actualidad por sector de la actividad económica y por tamaño de los negocios. Así pues, en el caso de los negocios más pequeños sería viable la implementación de capacitaciones de mayor duración (3 a 5 semanas) enfocados al desarrollo de sus negocios y en el caso de las empresas con mayor tamaño, cuyos principales obstáculos se relacionan con factores económicos externos, pláticas o talleres cortos que sirvan de asesoría para poder lidiar con los cambios en la economía estatal y nacional.

Así mismo, se encuentra necesario ofrecer capacitaciones sobre la importancia del trabajo en equipo y la colaboración, especialmente dirigidas a las empresarias unipersonales, quienes presentan poco interés en seguir ampliando sus negocios a causa de cargas excesivas de trabajo. Aunado a lo anterior se considera necesario brindar capacitaciones sobre cómo mejorar la productividad y organización dentro de los emprendimientos, lo que se espera promueva el crecimiento de sus negocios.

RECONOCIMIENTOS

A la presidenta del Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias CCME Querétaro, Alicia Torres Cué por todo el apoyo brindado para la realización de esta investigación.

A todas las empresarias que participaron en el estudio y nos permitieron tener un mayor acercamiento al consejo y a sus emprendimientos.

A María Luisa y a Alma, quienes colaboraron en la recopilación de datos dentro de la investigación.

Una versión preliminar de este artículo se presentó en el Verano de la Ciencia UAQ 2023

REFERENCIAS

Bullough, A., Sully de Luque, M., Abdelzaher, D., & Heim, W. (2015). *Developing Women Leaders through Entrepreneurship Training*. Academy of Management Perspectives. 29(2):250-270. http://www.jstor.org/stable/43822387

Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias CCME (2023). Consejo Coordinador de Mujeres Empresarias: CAPÍTULO QUERETARO. https://www.ccme.org.mx/

Organisation for Economic Co-operation and Development OECD. (2022). *Recent Developments in Entrepreneurship Training: Implications For Inclusive Entrepreneurship In Ireland.* https://www.oecd.org/cfe/smes/OECD2022_Entrepreneurship_training_for_inclusive_entre preneurship_IRE.pdf

Gielnik, M. M., Frese, M., Kahara-Kawuki, A., Katono, I. W., Kyejjusa, S., Ngoma, M., Munene, J. C., Namatovu-Dawa, R., Nansubuga, F., Orobia, L., Oyugi, J. L., Sejjaaka, S., Sserwanga, A., Walter, T., Bischoff, K. M., & Dlugosch, T. J. (2015). *Action and Action- Regulation in Entrepreneurship: Evaluating a Student Training for Promoting Entrepreneurship*. Academy of Management Learning and Education, 14(1), 69–94. https://doi.org/10.5465/amle.2012.0107

Rauch, A., & Hulsink, W. (2015). *Putting entrepreneurship education where the intention toact lies: An investigation into the impact of entrepreneurship education on entrepreneurial behavior*. Academy of Management Learning and Education, 14(2), 187–204. https://doi.org/10.5465/amle.2012.0293

Lafortune, J., Riutort, J., & Tessada, J. (2018b). *Role models or individual consulting: The impact of personalizing micro-entrepreneurship training*. American Economic Journal: Applied Economics, 10(4), 222–245. https://doi.org/10.1257/app.20170077

Martínez, A. M., Puentes, E., & Ruiz-Tagle, J. (2018). *The Effects of Micro-entrepreneurship Programs on Labor Market Performance: Experimental Evidence from Chile.* American Economic Journal: Applied Economics, 10(2), 101–124. https://doi.org/10.1257/app.20150245

McKenzie, David J., Woodruff, C. (2012). *What are we learning from business training and entrepreneurship evaluations around the developing world*? Institute for the Study of Labor(IZA), Bonn. No. 6895. https://www.econstor.eu/handle/10419/67153

Comunicación entre docentes - alumnos en el proceso de aprendizaje

YAEL RAI SALAS ANGELES.

Resumen

La educación en México siempre ha sido un tema de debate constante, es por esto por lo que siempre está en discusión la mejora de la calidad educativa del país, es necesario analizar de forma clara y concisa desde donde viene el problema, en diferentes estudios se determina que la comunicación que se ejerce entre docentes y alumnos puede tener un efecto tanto positivo como negativo hacia los estudiantes y su aprendizaje académico.

Por lo que en esta investigación cualitativa llevada a cabo con un análisis de estudio de caso en el cual por medio de la teoría dialéctica y la aplicación de métodos como la observación y la bitácora diaria se busca dar respuesta a la interrogante: ¿en qué medida influyen las relaciones interpersonales ente docentes y alumnos en el desarrollo personal y académicos de los estudiantes? Además de poder descubrir si la forma en que se comunican los maestros con los alumnos puede influir en su proceso de enseñanza.

Esta investigación se llevará a cabo entro de una institución escolar de nivel medio superior en el municipio de san José Iturbide Guanajuato, la institución denominada: SABES, así como todos los alumnos que están inscritos en dicha institución además de comprender también a los docentes del lugar que se encuentren trabajando en el periodo escolar comprendido de septiembre-diciembre de 2023.

Los resultados esperados buscaran demostrar que tanto las relaciones interpersonales como la comunicación afectiva forma de manera positiva un entorno favorable para la educación y enseñanza en las escuelas.

Abstract

Education in Mexico has always been a topic of constant debate, which is why the improvement of the quality of education in the country is always under discussion, it is necessary to analyze clearly and concisely where the problem comes from, in different studies it is determined that the communication between teachers and students can have both a positive and negative effect on students and their academic learning.

Therefore, in this qualitative research carried out with a case study analysis in which by means of dialectical theory and the application of methods such as observation and daily log, we seek to answer the question: to what extent do interpersonal relationships between teachers and students influence the personal and academic development of students? In addition to discovering whether the way in which teachers communicate with students can influence their teaching process.

This research will be carried out within a high school institution in the municipality of San José Iturbide Guanajuato, the institution called: SABES, as well as all students who are enrolled in that institution in addition to also include the teachers of the place who are working in the school period from September-December 2023.

The expected results will seek to demonstrate that both interpersonal relationships and affective communication positively shape a favorable environment for education and teaching in schools.

Palabras clave

Comunicación, comunicación asertiva, relaciones interpersonales, barreras comunicativas, ecosistema educativo, comunicación intergeneracional, semiótica comunicativa, docente, alumno.

Keywords

Communication, assertive communication, interpersonal relationships, communication barriers, educational ecosystem, intergenerational

communication, communication semiotics, teacher, student.

Introducción

Contexto

El entender comunicación como un proceso es fácil de entender el por qué es importante. “La comunicación puede ser definida y entendida como el proceso en el que una persona solo transmitir un mensaje y otra logra recibir la información” (Galindo, 2018).

Durante el paso de las décadas, miles y miles de estudiantes a han pasado por instituciones educativas, reconociendo una importancia significativa que tiene para su desarrollo emocional, laboral y educativo la relación que se tiene con los docentes. Para todos, el tener una educación de calidad es señal de éxito y de una formación importante para la vida.

Para que los maestros logren tener una empatía con los alumnos es necesario que tomen una nueva perspectiva, tomando enseñanzas y aptitudes tanto de la enseñanza tradicional como de la enseñanza moderna.

Para entender de mejor forma esta parte es necesario recordar y retomar como nació la educación en México en un nivel medio superior.

La historia data de 1551 en donde se estableció la Real y Pontificia Universidad de México, en la cual, se encontraba la Facultad de Artes, como instituciones preparatorias para las licenciaturas existentes en ese entonces dentro del territorio mexicano (GOBIERNO DE MEXICO, 2013).

Durante el pasar de los años y con múltiples reformas y la creación de múltiples instituciones educativas hasta llegar a lo que se conoce hoy como las preparatorias o bachilleratos en México. La Dirección General del Bachillerato promueve que sus planteles se integren al SNB y fomenta activamente que otros subsistemas coordinados por esta entidad realicen ajustes académicos, organizacionales y materiales para ser parte de este sistema de educación de alta calidad. (GOBIERNO DE MEXICO, 2013).

Con esa misma misión en el estado de Guanajuato y con la finalidad de cubrir con la necesidad de crear nuevas oportunidades de educación por parte de los pobladores del estado se crea en primera instancia el subsistema de video Bachillerato conocido como VIBA SABES que posteriormente se consagro con el nombre de SABES en todas sus presentaciones de educación media superior en el estado de Guanajuato.

Un artículo destaca que “la comunicación en el entorno de enseñanza se define como el intercambio de información entre el docente y el educando, con el propósito de lograr dos objetivos: establecer relaciones efectivas y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje” (Franco, 1999).

Uno de los principales principios de la comunicación es que las personas responden a lo que ellas pensaron que se dijo y no necesariamente al mensaje que quiso dar el interlocutor.

En el proceso de comunicación en entorno educativo, se forman grupos sociales que interactúan en función de sus características individuales, desarrollando relaciones interpersonales basadas en la afinidad y la empatía, siempre con el objetivo de adquirir conocimiento y comprenderlo mejor.

Los jóvenes, debido a su edad y etapa de desarrollo, a menudo señalan de manera frecuente las injusticias en las escuelas y cómo se ven vulnerados sus derechos como estudiantes en una institución. En ocasiones, se involucran en discusiones sin fundamento válido, seleccionando solo las partes de la situación que les benefician en ese momento. Mantener un diálogo respetuoso sobre las ideas planteadas por ellos puede ser un desafío, y la libertad para expresarse es aún más limitada.

Escenario

El municipio de san José Iturbide será el centro de la investigación, este municipio se encuentra al noreste del estado de Guanajuato y colinda con municipios como Doctor Mora, San Luis de la Paz, Tierra Blanca, San Miguel de Allende, los anteriores pertenecientes al mismo estado: Guanajuato y también tiene una colindancia con el estado de Querétaro.

Solo se tomará en cuenta el sistema Bachillerato conocido como SABES, el municipio tiene múltiples planteles educativos denominados como SABES, a fin de encontrar un fácil acceso al sistema se usará el plantel principal del municipio que se encuentra dentro del cuadro céntrico del municipio, especialmente en la cabecera municipal, cuya dirección es Lomas Taurinas, 37984 San José Iturbide, Gto.

Actores

Dentro del estudio a realizar son los estudiantes matriculados en el año 2023 que comprende la institución de educación media superior, bachillerato, cuyo nombre es: SABES cabecera municipal de san José Iturbide.

Son alumnos de asistencia regular y matriculados que comprenden edades de entre 15 a 18 años. Se comprende una composición de hombres y mujeres dentro de la escuela.

A su vez también se tomará en cuenta a los diferentes docentes que trabajan en la institución educativa, así como también los trabajadores sociales que se encuentren en turno laboral, así como los asistentes administrativos y los superiores directivos que forman parte del plantel.

Objetivos

Objetivo general. Descubrir si las relaciones interpersonales entre docente y alumno influyen de alguna forma en su desarrollo personal y académico de los alumnos en una institución académica de nivel medio superior en el plantel educativo SABES en San José Iturbide con respecto a la importancia de la comunicación para un salón de clases centrándose en una entrevista hacia alumnos y profesores del plantel para conocer su opinión a fin de recopilar datos y en donde se buscara comprender como estas interacciones tienen una consecuencia clara en la vida de los docentes y alumnos.

Objetivo Específicos. Analizar el impacto de la comunicación positiva entre los alumnos y los docentes del plantel principal del bachillerato SABES y si es que influye en el rendimiento académicos de los estudiantes.

Identificar posibles factores que puedan influir en la calidad de la comunicación entre docentes y alumnos, como el estilo de enseñanza, el nivel educativo que tiene el docente, la edad de los estudiantes o el contexto social en donde se encuentran los estudiantes.

Evaluar como la percepción de apoyo de los docentes a través de la comunicación afecta de alguna forma la autoestima, la eficacia, el rendimiento y la calidad de conocimiento que logran tener los alumnos en su paso por las instituciones educativas.

Pregunta

en la investigación se va a explorar cómo estas relaciones afectan a los alumnos de una institución académica de nivel medio superior, específicamente el plantel educativo SABES en San José Iturbide. Y poder dar respuesta a esta pregunta: ¿En qué medida influyen las relaciones interpersonales entre docentes y alumnos en el desarrollo personal y académico de los estudiantes en una institución académica de nivel medio superior, como el plantel educativo SABES en San José Iturbide, y ¿cuál es la importancia de la comunicación en un salón de clases según la percepción de los alumnos y profesores?

Hipótesis

Se espera que una comunicación efectiva y relaciones positivas entre docentes y alumnos estén relacionadas con un mejor rendimiento académico, un mayor desarrollo personal y una mayor satisfacción tanto para docentes como para alumnos en comparación con situaciones donde la comunicación es deficiente o las relaciones son tensas.

Premisa

La calidad de la comunicación entre alumnos y docentes desempeña un papel crucial en la experiencia educativa de los estudiantes y en su desarrollo académico, social y emocional.

Justificación

La comunicación se puede definir como la interacción de transmitir un código por medio de un canal, siendo de esta forma ente un emisor y un receptor, de esta forma se pueden transmitir sentimientos, opiniones, conocimientos o cualquier otro tipo de información por medio de diálogos, escritos o por medio de cualquier otra señal respectivamente a lo que se necesite en el contexto de ese momento.

Por lo anterior es importante tomar en cuenta lo fundamental que es la comunicación entre docentes y alumnos en el proceso educativo, es esencial, debido a este intercambio de información el alumno lograra retener conocimientos y desarrollar habilidades que le será de ayuda en su formación académica posterior y en algunos casos esto le proporcionara los medios suficientes para un ámbito laboral y profesional.

Este enfoque comunicativo resalta varios argumentos sólidos que resaltan la importancia de esta dinámica en un ámbito educativo. La comunicación asertiva entre docentes y alumnos fomenta un ambiente controlado en el que se puede llevar de forma efectiva en proceso de aprendizaje positivo y enriquecedor.

Cuando los docentes muestran ese interés genuino por sus alumnos y por su progreso y fomentan la comunicación asertiva con su grupo, los estudiantes se sienten valorados y motivados para seguir aprendiendo. Esa conexión emocional que se da en el salón de clases promueve también un sentido de pertenencia a la comunidad y aumenta la probabilidad de que los estudiantes fomenten una cultura de estudio.

La comunicación entre docentes y alumnos es un componente crucial en la educación impartida en cada centro educativo, esta comunicación repercute de forma negativa o positiva en el desarrollo de habilidades de comunicación, la resolución de problemas y la motivación de los estudiantes. Este tema es primordial ya que su mejora puede tener un impacto significativo en la calidad de enseñanza y el éxito de los estudiantes en todo su trayecto como alumno.

Antecedentes

La comunicación es de vital importancia para los alumnos en su salón de clases, ya que juega un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, esta interacción constante entre el docente y el estudiante ha sido objeto de estudio y de creciente interés no solo por la importancia que tiene, sino que también por los grandes cambios que ha tenido la educación en los últimos años.

La autora Martínez Peraza Mónica, (2016). En su tesis que lleva por tema: “La comunicación efectiva y asertiva entre maestros, alumnos y padres de familia: experiencias en una telesecundaria en México” publicada en el dos mil dieciséis buscaba responder a la pregunta: ¿Cómo es la comunicación que se establece entre estudiantes, familia y maestros? además de que acciones pueden proponerse para lograr una comunicación asertiva dentro de las aulas.

En su objetivo establece que buscaba identificar las interacciones que obstaculizan la comunicación asertiva y efectiva entre la familia, maestros y alumnos, en su hipótesis ella esperaba poder descubrir que una interacción comunicativa deficiente entre los padres de familia, los maestros y alumnos obstaculiza una comunicación asertiva y eficaz, en esta investigación usa una teoría empírica de método cualitativo usando encuestas para la obtención de sus resultados.

Los resultados obtenidos en la investigación resaltan que una mala comunicación de todos sus factores presenta que se ve afectada por la interacción no adecuada entre todos, lo que provoca una baja calidad en la educación.

La publicación titulada: “Influencia de la comunicación interpersonal con la interacción con la interacción maestro – alumno de tercer año de secundaria de los precursores de la independencia nacional” (Cerna 2017). En esta publicación busca destacar en su objetivo: determinar la influencia de la comunicación interpersonal en la interacción del maestro – alumno del instituto educativo en donde se realizó la investigación.

Se busca dar respuesta a la pregunta: ¿Cuál es la influencia de la comunicación interpersonal con la interacción maestro – alumno de tercer año de

secundaria? En donde su hipótesis menciona: que existe una influencia de comunicación interpersonal con la interacción de maestro hacia alumnos.

Sus resultados arrojaron: La comunicación Interpersonal requiere de estrategias para su funcionamiento y que a través del intercambio de mensajes y el contacto directo de los alumnos tienen como resultado una comunicación directa y no interrumpida por otros elementos que se podrían presentar dentro del salón de clases.

La conclusión del estudio resalta la Influencia interpersonal que los maestros ponen en práctica con sus alumnos, ya que la interacción maestro-alumno, implica una profunda comunicación entre el estudiante y el maestro, asimismo sí el docente descuida este aspecto sólo podría aspirar a tener con sus estudiantes una relación trivial que no trascendería en su desarrollo académico y personal.

Elena Torres Rosales (2019). En su publicación: "Comunicación asertiva y convivencia escolar de estudiantes del 6to grado de primaria de una institución educativa de Julcán" busca determinar la relación que existe entre la comunicación asertiva y la convivencia escolar de los estudiantes del 6º grado de primaria.

En esta investigación la autora buscaba responder a la pregunta: ¿cuál es la relación que existe entre la Comunicación Asertiva y la Convivencia escolar en estudiantes de 6to grado de primaria?

En donde remarca en su hipótesis que existe una relación entre la comunicación asertiva y la Convivencia Escolar de los estudiantes en la institución educativa en donde se llevó a cabo la investigación.

La conclusión de esta investigación refiere que se debe capacitar a los docentes sobre la importancia de la comunicación en el aula, además de que se propone que los docentes puedan hacer talleres sobre el conocimiento y la práctica de la comunicación, destacando que la comunicación se da de forma involuntaria es por eso por lo que al no tener un conocimiento acerca de ella puede llegar a tener consecuencias desastrosas y nada gratificantes en el aula de clases.

Teoría

La teoría dialéctica es un enfoque fundamental en la investigación que busca no solo comprender si no también explicar fenómenos sociales y humanos que son complejos a través de un proceso de análisis que involucra la interacción de ideas, conceptos y también contradicciones, esta perspectiva se basa en principios filosóficos que interpusieron tanto Georg Hegel y Karl Marx, la cual ha evolucionado de forma significativa con el paso de los años.

Siendo el predecesor de esta teoría, Georg Hegel define la teoría dialéctica.

> Se puede entender a la teoría dialéctica supone siempre el contraste de dos elementos opuestos o contradictorios, que pone en evidencia el carácter cambiante y progresivo de la realidad, que se desarrolla en fases históricas que, por la misma fuerza de esta contradicción interna, suponen transformación y ruptura, y no una simple evolución acumulativa y lineal. (Enciclopedia Herder s/f)

Además, Karl Marx usando esta misma teoría y basándose en ella, cuestiona los hechos a la vez que también la capacidad que posee el ser humano, el cual depende en gran media del entorno en el que se encuentra.

> La dialéctica concibe al movimiento como uno de los elementos más importantes para el ser y propone que la realidad está sometida al devenir y la historia, es decir, quien no comprenda el cambio como un proceso que forma parte de la construcción de un objeto, es incapaz de comprender la concepción del objeto.
>
> La contradicción: tiene su origen en el cambio, puesto que la realidad es el ámbito en donde nace el conflicto. Idea que, aterrizada a la teoría política, se refiere a las distintas construcciones sociales que son

> consecuencias de pensamientos antagónicos. Racionalidad del cambio. El cambio sigue un orden, es decir, una racionalidad que se genera a partir de la realidad. (Utel 2013)

Con lo anterior se puede entender que la teoría dialéctica es un enfoque metodológico que busca comprender la realidad de los sucesos a través de un análisis. La dialéctica se basa en un método de razonamiento que se centra en la interacción de dos entes a fin de encontrar una respuesta más compleja de la realidad que se observa a simple vista.

La aplicación de la teoría dialéctica en la investigación sobre la comunicación entre alumnos y docentes puede ofrecer una comprensión más enfática, clara y con más matices de esta dinámica crucial en el entorno educativo.

La forma más eficiente de poder aplicar la teoría dentro de esta investigación se basa en diferentes puntos, cada punto se basa en diferentes principios que dicta la teoría de la dialéctica, explicada con anterioridad.

Para iniciar es necesario identificar las contradicciones del problema, Estas contradicciones pueden tener muchas variables, dentro de ellas se pueden observar la autonomía con la dependencia, en la cual se pueden observar los matices en los cuales en ocasiones los alumnos buscan su autonomía educativa por lo que la presencia del maestro no se considera tan importante, por otro lado los maestros necesitan tener un control de los alumnos en el aula, los docentes presentan una autoridad en la cual al ejercer poder los limitan a poder tener una autonomía derivado a que el maestro ejerce sus conocimientos y habilidades hacia los demás.

De las demás contradicciones se puede encontrar la confrontación entre la comunicación abierta, que es deseada por los alumnos hacia sus maestros pues prefieren poder comunicarse sin miedo y sin restricciones en su aula de clases, pero se puede ver opacada frente a la comunicación jerárquica que puede surgir y aplicar el docente en turno.

Identificar, comprender y analizar estas contradicciones es esencial para poder comprender de forma correcta y más objetiva las dinámicas comunicativas en el entorno educativo y con ello desarrollar estrategias para mejorar la calidad de enseñanza y aprendizaje.

Después de analizar las contradicciones más comunes entre las interacciones de docentes y alumnos se puede analizar las tensiones y conflictos que suceden, esta fase implica profundizar en el aula observando todas las interacciones que hay.

En esta sección se puede comprender de varios pasos en la cual primeramente se puede identificar la fuente de los conflictos, dentro de esta parte es necesario pensar y analizar el cambio que ha habido con los años.

En consiguiente se tiene que hacer un análisis de contexto en la cual se puede responder a si los problemas pueden provenir de asuntos familiares externos a la institución educativa o a diferencias generacionales que se pueden dar por parte de los involucrados, a su vez se debe involucrar a todas las partes y conocer las perspectivas no solo de los alumnos sino también de los maestros y comprender plenamente las tensiones y conflicto qué se presenten.

Posterior es necesario comparar las perspectivas para identificar las posibles brechas que hay en la percepción de conflictos y con ello poder explorar las soluciones que se puedan aplicar para mejorar la comunicación entre todos los integrantes.

Conceptos

1. Comunicación: se define como comunicación al medio por el cual dos personas logran transmitir o intercambiar mensajes por algún medio en específico. Intercambio de ideas que tiene un significado de acuerdo con experiencias previas comunes a fin de hacerlas llegar a otra persona de forma directa (Thompson 2023).

2. Comunicación asertiva: forma de expresión en la cual el comunicador se expresa de forma honesta, directa y equilibrada, cuyo propósito es notificar los pensamientos, e ideas a fin de defender intereses sin la intensión de ofender o dañar a los demás. Habilidad de expresar las ideas y pensamientos de forma

adecuada, en el tiempo oportuno y de forma correcta y adecuada (Goleman 1996).

3. Lenguaje corporal: conformado por una serie de signos, en los que se destacan de una persona los gestos, la postura y los movimientos. Nociones cognitivas del cuerpo, teniendo en cuenta la ubicación del cuerpo y la relación con los objetos que los rodean (Calonge 2018).

5. Barreras comunicativas: también llamadas barreras comunicativas son las interferencias que se presentan en la aplicación del proceso comunicativo; llegan a provocar que el mensaje se vuelva menos comprensible o distorsionarlo, existen barreras semánticas, psicológicas, fisiológicas, físicas o administrativas (Vive 2021).

6. Comunicación metacognitiva: Se refiere a la capacidad de las personas para reflexionar sobre sus procesos de pensamiento y la forma en que aprenden. Las personas pueden conocer y regular los propios procesos mentales básicos que intervienen en su cognición. Esta capacidad, que se encuentra en un orden superior del pensamiento, se caracteriza por un alto nivel de conciencia y de control voluntario, ya que permite gestionar otros procesos cognitivos más simples (Cervantes s/f).

Método

Para esta investigación se usará el método de estudio de caso, este estudio puede definirse como "un estudio de investigación empírica que toma como modelo a un fenómeno contemporáneo y que busca estudiar objetos o procesos" (Cordina 2023).

El estudio de caso es una metodología que se utiliza de formas muy diversas para comprender un fenómeno o un problema, este método permite realizar un análisis detallado de situaciones concretas.

De esta forma se puede entender que para el estudio de caso algunas situaciones que se estudian pueden ser no cuantificables, si no de índole cualitativa.

El caso a fin de ser llevado de la mejor forma tiene que estar bien delimitado y ser justificado fundamentalmente para los objetivos de la investigación para hacer esto es necesario hacerlo con una construcción de caso.

La construcción de caso incide en elegir un caso lo suficientemente significativo para así evaluar su pertenencia en el marco teórico que se pueda plantear, se establecen de igual forma las fronteras específicas.

Por lo anterior y al revisar múltiples métodos, el estudio de caso se adapta de mejor forma a la investigación que se está realizando, se utilizara el estudio de caso a fin de descubrir cual es la importancia de las relaciones interpersonales entre docentes y alumnos, se describirá de forma clara como se realiza un estudio de caso además de explicar cómo se desarrollara de acuerdo con la investigación correspondiente.

Para llevar a cabo el estudio de caso es necesario tener en cuenta varios puntos para su realización, el primero es la selección del caso que se busca desarrollar, que sea lo suficientemente relevante para tener una buena raíz para ser estudiada. En el caso de la investigación se buscará dar respuesta a la importancia de las relaciones interpersonales entre docentes y alumnos, esta será dentro de una institución educativa media superior denominada SABES.

La siguiente parte será la recopilación de datos, en esta sección se puede llevar a cabo con diferentes técnicas de recopilación de datos, a fines de esta investigación se usará la técnica de la observación además de utilizar la bitácora diría en donde se anotará lo más relevante de lo que se observa en la institución.

Después se lleva a cabo los análisis de datos en esta sección el investigador busca patrones, temas recurrentes y puntos clave que tengan un alto impacto en los objetivos de la investigación.

Sigue a su vez el desarrollo de teorías o conclusiones en esta sección se desarrollan las conclusiones pertinentes después del análisis de datos que se recolectaron en la aplicación de técnicas.

Con lo anterior es posible resolver una problemática que se de en un cont3exto social, la estructura mostrada será clave para darle respuesta a la

interrogante de la investigación y el usar un estudio de caso será clave para lograr este fin.

Técnica

para la recolección de datos es necesario elegir técnicas que se adapten a las necesidades que se puedan requerir, la recolección de datos se puede definir como: “el proceso mediante el cual, los investigadores capturan la información que requieren, siendo su fin llevar a cabo un estudio” (Westreicher 2021). “Es una fase necesaria previa a la realización de un estudio estadístico. Esto se debe a que se precisan estos datos para el procesamiento de la información y su subsiguiente interpretación” (Westreicher 2021).

A fines de esta investigación de igual forma después de repasar y analizar diferentes técnicas, se eligió usar dos: la observación y la bitácora, la observación se puede definir como: “la técnica de observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación” (Castellanos 2017).

La bitácora también se puede definir como: “Un cuaderno en el que se reportan los avances y resultados preliminares de un proyecto de investigación. En él, se incluyen con detalle, las observaciones, ideas, datos, de las acciones que se llevan a cabo” (Wordpress.com 2015).

Al cabo de esta investigación se tendrá en cuenta estas dos técnicas de recolección de datos para llevarlo a cabo se usarán de esta forma.

La selección del escenario de la observación: en esta parte se usará la institución completa denominada como SABES en el municipio de San José Iturbide además de contemplar a todos los alumnos y docentes pertenecientes a la institución educativa.

Después se contemplan los objetos y variables, esta sección es importante para definir claramente los objetos de estudio y las variables, en la investigación se tendrá en consideración una hora de clases trasladándose por todos los salones a fin de poder recorrer todos los grados y también conocer la interacción de todos los maestros en cada una de las aulas.

Se sigue por la aplicación de la técnica de la observación y en esta parte entra la siguiente técnica que es la bitácora, cada observación, actividades, ideas, patrones que pasen en el aula quedara registrada de manera sistemática y clara en la bitácora.

Una vez completada la observación además del llenado completo de la bitácora con todas las observaciones necesarias se procede a tener un análisis cuidadoso y consciente, se buscan patrones y se usan herramientas para extraer la mayor cantidad de información significativa sobre los objetivos de la investigación.

Resultados

La investigación lleva alrededor de un setenta por ciento de avance de la investigación es por eso por lo que los resultados todavía son preliminares.

Se espera tener el tratamiento de la información correspondiente para que en base a eso se tengan los datos resueltos de las técnicas aplicadas, sin embargo, las conclusiones son parciales hasta ahora.

Conclusiones

Dado a que la investigación está en curso y todavía no se logra tener una conclusión clara por parte de la recolección de datos y la síntesis de esta, las conclusiones presentadas son preliminares y enfocadas a la resolución de la hipótesis presentada.

Las relaciones interpersonales entre docentes y alumnos aunado a la comunicación afectiva por parte de los dos conllevan un papel fundamental en el proceso educativo, generando un gran impacto en el aprendizaje y el desarrollo académico de los estudiantes, además el hecho de que se construyan relaciones interpersonales sólidas y de confianza se logra entablar un factor esencial para menorar el nivel educativo en conjunto.

Conclusiones especificas

La investigación demuestra hasta este cierto punto que la comunicación efectiva entre docentes y alumnos está estrechamente relacionada con un mejor rendimiento académico y la educación de calidad en México. Cuando los docentes fomentan una comunicación afectiva, abierta, receptiva y clara, los estudiantes se sienten más motivados, involucrados y capaces de comprender y asimilar el contenido académico.

La comunicación efectiva dentro del salón de clases promueve un ambiente de aprendizaje activo y participativo. Los docentes que fomentan el diálogo, el debate y la retroalimentación constante estimulan la reflexión crítica y la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes.

La interacción positiva entre docentes y alumnos contribuye al desarrollo de habilidades sociales esenciales. Los estudiantes aprenden a comunicarse de manera efectiva, a resolver conflictos y a trabajar en equipo, habilidades que son valiosas no solo en el ámbito académico sino también en la vida cotidiana.

Las relaciones interpersonales sólidas entre docentes y alumnos generan un sentido de pertenencia y motivación en el entorno educativo. Cuando los estudiantes sienten que son valorados y apoyados por sus docentes, están más dispuestos a esforzarse y a mostrarse interesados en aprender.

Referencias

Admin, A. (s. f.-b). Subsecretaría de Educación Media Superior :: Antecedentes. https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/es_mx/sems/antecedentes_dgb

Franco, D. F. (1999). La comunicación en el salón de clases. *Razón y Palabra, Primera Revista Electrónica de América Latina*, *13*.

Dialéctica - Encyclopaedia Herder. (s. f.). https://encyclopaedia.herdereditorial.com/wiki/Dial%C3%A9ctica

Utel, I. (2023). La dialéctica de Marx. BLOG | Utel. https://utel.mx/blog/10-consejos-para/la-dialectica-de-marx/

Thompson, I. (s. f.). DEFINICIÓN DE COMUNICACIÓN - promonegocios.net. https://www.promonegocios.net/comunicacion/definicion-comunicacion.html

Goleman, R. D. (2021). Inteligencia Emocional 2.0: Control Mental Para Una Vida Mejor, Exito En El Trabajo y Relaciones Mas Felices. Mejora Tus Habilidades Sociales, Supera la Negatividad y Incrementa Tu Empatia (Spanish Version). Asterix Creative.

Calonge, P. P. S. (s/f). LA EXPRESIÓN CORPORAL EN EDUCACIÓN INFANTIL. Uva.es.

Vive. (2021, mayo 12). ¿Qué son las barreras de comunicación y cuáles son los tipos que existen? UNIR.

Cervantes, C. C. V. (s/f-b). *CVC. Diccionario de términos clave de ELE. Metacognición*.

Codina, L. (2023, junio 19). Estudios de caso: características, tipología y bibliografía comentada. Lluís Codina.

Westreicher, G. (2021, marzo 15). Recolección de datos. Economipedia.

de Luis R Castellanos, V. T. las E. (2017, marzo 2). Técnica de Observación. Metodología de la Investigación.

Actividades recreativas como factor en el clima laboral

Autoría

Autor: Cecilia Flores Espino

Asesor: Josué Huerta Maldonado

UTEQ-Universidad Tecnológica de Querétaro

Ceci.flores1711@gmail.com

Resumen

El estrés laboral y la rotación de persona ha tenido un gran impacto en los Parques Industriales debido a que los empleados se sienten insatisfechos con lo que ofrecen las empresas, las actividades recreativas aumentan la motivación, disminuyen el estrés laboral e incrementan una mejor convivencia y comunicación entre los empleados. La presente investigación tiene como objetivo investigar el impacto de las actividades recreativas en los indicadores de retención de personal y la convivencia en Dana Cardanes en el área de embarques con la finalidad de crear un plan de correcciones y mejora. El método de esta investigación cualitativa es el estudio de caso y la técnica que se utilizó es el cuestionario para conocer el grado de síntomas que tiene el trabajador de estrés laboral y que tan satisfechos están con las actividades recreativas que ya se ejercen actualmente en la empresa y que otra actividad les gustaría que se implementara. La investigación está en tiempo con un porcentaje de cumplimiento del 75% de la investigación, está en el momento de la aplicación de las técnicas, todavía no se tienen resultados, aunque ya se describen cuáles son.

Palabras clave

Estrés laboral, motivación, actividades recreativas, rotación de personal, convivencia.

Abstract

Job stress and employee turnover have had a great impact on Industrial Parks due to the fact that employees feel dissatisfied with what companies offer. Recreational activities increase motivation, decrease job stress and increase better coexistence and communication among employees. The objective of this research is to investigate the impact of recreational activities on the indicators of employee retention and coexistence at Dana Cardanes in the shipping area in order to create a plan for corrections and improvement. The method of this qualitative research is the case study and the technique used is the questionnaire to know the degree of symptoms that the worker has of work stress and how satisfied they are with the recreational activities that are already exercised currently in the company and what other activity they would like to be implemented. The research is on time with a percentage of completion of 75% of the research, it is at the time of the application of the techniques, the results are not yet available, although they are already described what they are.

Key words

Work stress, motivation, recreational activities, staff turnover, coexistence.

Introducción

De acuerdo con datos del IMSS el 75% de los mexicanos padece fatiga por estrés laboral, superando a países como China y Estados Unidos, esto provoca consecuencias a largo plazo como lo son: reducción de productividad, descenso en la calidad de vida, problemas de salud física y/o mental (enfermedades), trastornos de depresión y ansiedad, problemas familiares, riesgos de alcoholismo y otras adicciones (Estrés Laboral, 2023, párr. 1, 9). "En Querétaro y principalmente en los Parques Industriales, el índice de rotación de personal llega a ser hasta del 80%, lo que resulta imposible continuar la operación consiguiendo niveles aceptables de desempeño y eficiencia" (Huerta, 2017, párr.5). De acuerdo con el artículo del sitio web "am Querétaro" menciona que a pesar de la oferta laboral que existe en el sector automotriz, existe preocupación debido a que en el último año se han reportado plazas disponibles y pocos trabajadores en las fábricas, comentó el presidente de la Asociación de Mipymes Industriales de Querétaro, José Luis Cámara Gil. Expresó que la rotación laboral en las fábricas no se había reportado anteriormente, sin embargo, con el crecimiento industrial que se tuvo durante el año pasado este fenómeno se fue intensificando. Actualmente, los trabajadores buscan mejores condiciones laborales: ya sea en cuanto a salario, prestaciones, ambiente laboral o incluso la cercanía a las fuentes de trabajo. (2023, párr.1-3). "A partir de la recreación, las empresas pueden lograr un equilibrio en los procesos sociales, emocionales y corporales en los trabajadores. De esta manera, se genera un desarrollo en las personas como seres más conscientes y positivos" (Sánchez, 2019, párr. 5).

En esta investigación se tomará una muestra de 10 empleados del área de Embarques, sus características son las siguientes: son de sexo masculino, tienen una edad de entre 23 a 53 años, con respecto a su escolaridad, 6 de ellos tienen secundaria y los 4 restantes tienen preparatoria terminada, los puestos que se tienen son 3 montacarguistas, 3 secuenciadores, 3 ayudantes generales y 1 supervisor del área. Las actividades que cumplen los montacarguistas es preparar embarques, inventarios y carga de camiones, los secuenciadores preparan embarques y la secuenciación de flechas cardan, los ayudantes generales apoyan a los secuenciadores y la operación de montacargas, por último, se tiene al supervisor, quien se encarga de verificar que las tareas de los demás trabajadores se cumplan con respecto a los objetivos del área.

Dana Cardanes es una empresa de giro automotriz que inicio operaciones el 18 de octubre de 1971, ubicada en Acceso III 3, Benito Juárez, 76089 Santiago de Querétaro, Qro. "Actualmente cuenta con 1,070 empleados" (Vázquez, s/f). "Es un proveedor mundial de componentes del sistema de transmisión de potencia: ejes, ejes de transmisión, transmisiones todo terreno, sellado y productos de control-térmico y piezas de servicio" (Dana impulsa el desarrollo de proveedores nacionales, 2018)

Esta investigación tiene como propósito investigar el impacto de las actividades recreativas en los indicadores de retención de personal y la convivencia en Dana Cardanes en el área de embarques con la finalidad de crear un plan de correcciones y mejora.

Las interrogantes que se buscan resolver en esta investigación son: ¿Cuál es el impacto de las actividades recreativas en los indicadores de retención de personal, estrés laboral y convivencia en los 10 empleados del área de Embarques?, ¿En qué beneficia conocer en qué grado el trabajador padece los síntomas asociados al estrés?, ¿Qué ganancia hay al conocer que tan satisfechos o insatisfechos están los empleados con las actividades recreativas ya ejercidas en la empresa?, ¿Cuáles son los beneficios de la propuesta con las nuevas actividades recreativas?

Se estima como resultado esperado que el impacto de las actividades recreativas en DANA CARDANES es positivo, fomentando el bienestar laboral e incrementando la convivencia y motivación de los empleados, ayudando a minimizar la rotación de personal, optimizando la productividad y dando a los empleados una mayor satisfacción, provocando un sentido de pertenencia en ellos.

Es importante la implementación de actividades recreativas en las empresas, actualmente existen diferentes acciones que se pueden ejercer, cada una

de ellas es diferente pero la mayoría tiene como finalidad el incrementar la salud de los empleados, ayudar a disminuir el estrés, los trabajadores se distraerán un poco para olvidar las labores, controlar el peso de manera saludable, existen actividades deportivas como lo son partidos de futbol, basquetbol, voleibol, entre otros que ayudaran a mantener al personal activo y reduciendo los síntomas de ansiedad, se obtiene un mejor clima laboral al realizar actividades recreativas dado que se necesita que participen todos los empleados de forma voluntaria por lo tanto se obtendrá una interacción entre ellos ocasionando una mejor comunicación, con aquellos compañeros que no interactúan en el trabajo o tal vez si tienen comunicación pero esta es totalmente laboral con esto podrán crear lazos de amistad, los empleados al sentirse cómodos en su lugar de trabajo este tendrá un efecto positivo al momento de realizar sus actividades asignadas, la empresa se debe preocupar por el bienestar de sus empleados con motivo de aumentar el sentido de pertenencia, al tener al empleado satisfecho se tendrá una mejor productividad dado que los empleados estarán motivados, se disminuirá el ausentismo y la rotación de personal por lo que la empresa también estará satisfecha es un ganar-ganar. Actualmente en Dana Cardanes se ejercen varias actividades recreativas con la finalidad de mejorar la convivencia y salud de los empleados, el objetivo de esta investigación es poder apoyar a la empresa detectando que tan efectivas han sido estas acciones para los indicadores del nivel de estrés, rotación de personal, clima laboral y el impacto que han tenido en la satisfacción de los trabajadores, dependiendo de los resultados se implementaran planes de correcciones en caso de ser necesario en cada uno, para llevar a cabo las acciones que lleven a la realización de los objetivos de forma eficiente se utilizará una muestra de 10 empleados del área de Embarques ya anteriormente mencionados, de acuerdo a los resultados obtenidos la empresa puede implementar los planes de corrección y sugerencias a las demás áreas en caso de ser necesarias y evitar problemas a futuro como lo es que los empleados se sientan incomodos, no satisfechos y empeore el clima laboral, ocasionando así un incremento en la rotación y en el nivel de estrés, optando por elegir a una mejor oferta laboral.

Algunas investigaciones previas respecto al tema que se abordan han llegado a tales conclusiones como: En la tesis elaborada por Lavayen, realizado en Guayaquil tiene como título “Actividad física y recreativa como medio preventivo del estrés laboral en obreros de empresas empacadoras” concluyó lo siguiente tras su investigación: Cada trabajador puede tener alguna necesidad o problema específico que agobie su jornada de trabajo, por tal motivo deben existir indicadores de medición para conocer el clima laboral para determinar si existen posibles cuadros estresores que afecten la estabilidad del trabajador. Las actividades del Programa de la propuesta se establecieron de acuerdo hacia actividades físicas y recreativas propias de nuestra cultura. La finalidad es valorar nuestra identidad a partir de la práctica de actividad física (Lavayen,2019, p.45). En la tesis elaborada por Arevalo et al., realizado en Lima - Perú tiene como título “Implementación de un programa de Pausas Activas para aliviar el estrés laboral en los trabajadores del área administrativa de la empresa Transporte Toñito S.A.C Lima – 2022” concluyó lo siguiente: las empresas de diversos rubros, deben tener mayor consideración por implementar pausas activas dentro del horario laboral, esto influye en la capacidad y el bienestar psicológico del trabajador (Arevalo et al., 2022, p.8). La tesis elaborada por Pianeta et al., tiene como título “Propuesta de fortalecimiento del clima organizacional, mediante estrategias de mejoras en las relaciones laborales del Banco Bogotá sede Valledupar para el primer semestre del año 2022” en el cual concluyó lo siguiente: claramente el foco principal de la problemática es dado por el estrés laboral que está generando un mal ambiente. Por ende, es necesario establecer capacitaciones que ayuden en este aspecto. El programa de bienestar laboral está integrado por actividades recreativas, deportivas, culturales y de salud ocupacional que ofrecen la oportunidad de integración, educación y asesoría familiar, el cual permite promover, dinamizar, coordinar y gestionar procesos de participación y organización de los diferentes niveles de la administración de la entidad (2022).

La línea epistemológica que sustenta esta investigación son las siguientes: Teoría del

establecimiento de metas de Locke surge en 1968, creada por Edwin Locke, la cual menciona que la fuente básica de motivación en el trabajo es la intención de cumplir una meta. A continuación, se describe esta teoría por la Psicóloga Laura Ruiz Mitjana en su artículo con el nombre de "La teoría de fijación de metas de Edwin Locke": Edwin Locke define una meta como aquello que una persona se esfuerza por conseguir. Las metas son importantes para el ser humano ya que motivan y guían sus actos. Así, según la teoría de Locke, la intención de alcanzar metas es una fuente básica de motivación para el ser humano. Las metas, además, nos impulsan a dar lo mejor de nosotros mismos, a tener una ilusión o aspiración y a mejorar nuestro rendimiento. Según la teoría de fijación de metas de Edwin Locke, las personas buscan y crean sus propias metas mediante las decisiones previas adecuadas. Una vez establecidas las metas, las personas a comprometen para alcanzarlas. Para Locke, la mejor meta será la que se plantee como un desafío accesible, realista y posible. Auto-eficacia: Según E. Locke la autoeficacia es la creencia de la persona de que es capaz de desarrollar una determinada tarea, o, por ende, alcanzar una determinada meta. A mayor autoeficacia, mayor confianza en las habilidades que permitirán alcanzar tal meta. El establecimiento de metas, al centrarse en el comportamiento, implica el desarrollo de la motivación de la persona. La motivación aumentará si la persona muestra autoeficacia, es decir, si piensa que sus comportamientos le llevarán a alcanzar la meta que se propuso. Así, se producirá una retroalimentación entre conducta, meta y éxito (Mitjana, 2019, párr. 5,6,7,8,9). Se referenció esta teoría dado que se utilizará el concepto de la fijación de metas para incrementar la motivación en los empleados de la muestra ya establecida, de acuerdo a la producción se puede dictar una meta, es decir si alcanzan un porcentaje en específico en el número de piezas o calidad se les puede implementar una actividad recreativa como una motivación. La teoría de la expectativa de Vroom surge en 1964, creada por Victor Vroom, la cual establece tres factores de los cuales depende la motivación humana. A continuación, se describen estos factores por la Psicóloga Laura Ruiz Mitjana en su artículo con el nombre de "Teoría de la expectativa de Vroom: qué es y qué dice sobre el trabajo": 1. Expectativa: Consiste en la expectativa de que invirtiendo "X" esfuerzo, se obtendrán "X" resultados. Para ello, es imprescindible que el empresario conozca qué motiva a sus trabajadores, a fin de que pueda motivarlos adecuadamente, 2. Instrumentalidad: dentro de la Teoría de la expectativa de Vroom, y haciendo alusión al segundo elemento esencial que conduce a la motivación, nos encontramos con la instrumentalidad. Ésta tiene que ver con el hecho de que cada trabajador tendrá su función y será una parte indispensable para que funcione todo el engranaje, la propia organización en su conjunto, 3. Valencia: finalmente, el tercer componente de la fórmula de la teoría de la expectativa de Vroom es la valencia, y tiene que ver con lo que valora cada empleado; habrá algunos que valoren más el sueldo, otros los días de vacaciones, otros el tiempo libre (que implica trabajar menos horas), etc. (Mitjana, 2019, párr. 6,9,11). De acuerdo con esta teoría se tienen 3 factores principales, de los cuales depende la motivación humana, estos son la expectativa, la valencia y la instrumentalidad, utilizando como referencia a Vroom se aplicará un test a los empleados sobre qué actividades les gustaría que hubiera en la empresa para así mismo conocer que es lo que más les produzca más motivación dado que para Vroom la motivación está muy relacionada con el esfuerzo. La teoría de las necesidades surge en 1961, creada por David McClelland, la cual menciona que el individuo tiene 3 necesidades dominantes para lograr obtener la satisfacción, esta teoría es muy utilizada en las organizaciones. A continuación, se describen las necesidades por el Psicólogo Arturo Torres en su artículo: 1. Necesidad de afiliación: Las personas con una elevada motivación de afiliación tienen fuertes deseos de pertenecer a grupos sociales. También buscan gustar a las demás, por lo que tienden a aceptar las opiniones y preferencias del resto. Prefieren la colaboración a la competición, y les incomodan las situaciones que implican riesgos y falta de certidumbre, 2. Necesidad de logro: quienes puntúan alto en necesidad de logro sienten impulsos intensos de alcanzar metas que comportan un elevado nivel de desafío, y no se oponen a tomar riesgos por tal de conseguirlo, siempre que sea de forma calculada. En general prefieren trabajar solas que en compañía de otras personas y les gusta recibir

retroalimentación sobre las tareas que desempeñan. 3. Necesidad de poder: A diferencia de las personas más afiliativas, aquellas en las que predomina la motivación de poder disfrutan compitiendo con otras -por tal de ganar, por supuesto. Quienes tienen una alta necesidad de poder valoran mucho el reconocimiento social y buscan controlar a otras personas e influir en su comportamiento, frecuentemente por motivos egoístas (Torres, 2017, párr. 9,12, 14). Esta teoría tiene como finalidad dar a conocer cuáles son las principales 3 necesidades para lograr la satisfacción del ser humano en el ámbito laboral, se hace referencia a esta teoría dado que las actividades recreativas logran satisfacer estas necesidades que mencionan, al hacer que los empleados participen en estas acciones estarán dentro de grupos que los llevará a tener una mejor interacción, se pueden implementar en el área de embarques los almuerzos en conjunto, reuniones en las que se les da espacio a los empleados para expresar como se sienten, esto satisface la necesidad de afiliación dado que en esta se prefiere la colaboración, para necesidad de logro se desea implementar nuevas actividades de competencia que le gustaría a los empleados ejercer, se puede motivar a los empleado proporcionando una recompensa ya sea remuneración, reconocimiento o alguna otra cosa, dado que también se compite con otros grupos en las actividades de deporte se satisface de igual manera la necesidad de poder. La teoría del Modelo jerárquico ERC de Alderfer surge entre 1961 y 1978, creada por Clayton Alderfer, esta teoría es una extensión de la jerarquía de necesidades de Maslow, para este modelo se manejan 3 categorías que componen el nivel jerárquico. A continuación, se describe esta teoría por el Psicólogo Nahum Montagud Rubio en su artículo con el título de "El modelo jerárquico ERC de Alderfer: una teoría de la motivación": 1. Necesidades de existencia: Este nivel engloba a todas las necesidades que tiene el cuerpo humano las cuales, en caso de ser satisfechas garantizan su correcto funcionamiento orgánico además de no ponerse en peligro su integridad física, 2. Necesidades de relación: Es una necesidad considerada universal, aunque sí que es cierto que hay personas que presentan unos rasgos de personalidad más bien introvertidos y que prefieren mantener las distancias y no afiliarse mucho con los demás, 3. Necesidades de crecimiento: Las cuales estarían relacionadas con el deseo de la persona por prosperar como individuo, mejorando su autoestima además de querer adquirir nuevas experiencias (Rubio, 2019, párr. 8,9,13). Como se puede observar tiene mucha similitud con la pirámide de Maslow, sin embargo, en este modelo se explica que no es necesario satisfacer un nivel inferior para poder escalar al siguiente, aunque si se sugiere que se cumpla el primero, este modelo plantea la posibilidad de que se satisfagan varios niveles de forma simultánea, de acuerdo con Maslow en su pirámide ya establece una jerarquía, pero con Alderfer cada individuo es libre de priorizar de manera diferente algunas necesidades. Se hizo referencia a esta teoría para poder incrementar la motivación en la muestra ya establecida de esta investigación, se tomará en cuenta la jerarquía de Alderfer dado que esta menciona que las personas no tienen que priorizar lo mismo, las necesidades de cada persona son distintas.

Metodología

El método que se utiliza en esta investigación es el estudio de caso. Bernal define el estudio de caso como una modalidad investigativa que se utiliza ampliamente, con excelentes resultados desde inicios del siglo XXI, en las ciencias sociales, en especial en la psicología, la educación, la salud, la sociología, la antropología y, de manera más reciente, en los campos de la economía y la administración. Como método o procedimiento metodológico de investigación, el estudio de caso se desarrolla mediante un proceso cíclico y progresivo, el cual parte de la definición de un(os) tema(s) relevante(s) que se quiere(n) investigar. Se estudian en profundidad estos temas en la unidad de análisis, se recolectan los datos, se analizan, se interpretan y validan; luego se redacta el caso. Las principales fuentes para la obtención de la información, en el estudio de caso, son las personas directamente relacionadas con el caso o la unidad de análisis y documentos de toda índole válidos que contengan información sobre el caso. Las técnicas más utilizadas y adecuadas para el estudio de caso son la observación estructurada, las entrevistas, los cuestionarios, los diarios, las autografías, los

documentos personales y la correspondencia (2010, pp.115-116).

“El estudio de caso como estrategia de investigación en las ciencias sociales es "una investigación empírica de un fenómeno contemporáneo, tomado en su contexto, en especial cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son evidentes" (Yin, 1994, p.13, como se citó en Macluf et al., s/f, p.8). El estudio de caso, en contraposición, se adoptó como una metodología de análisis y observación de situaciones específicas con mucha profundidad, como, por ejemplo, biografías de personajes, historia de instituciones, etcétera. Lo cual permitía un punto de inicio para aventurarse a dar generalizaciones (Prats, 2005, p.1, como se citó en Macluf et al., s/f, p.7). Este método de hacer investigación, permitía estudiar las interrelaciones y contextos naturales del problema planteado, puesto que daba la luz a un mundo de particularidades y matices que ningún otro método permitía detectar en estos tipos de estudios. En los años 70´s y 80´s este método se convirtió en el prevaleciente entre los investigadores de la época, ciencias como la Pedagogía y la Psicología lo favorecieron como base metodológica para desarrollar investigaciones principalmente de corte cualitativo (Macluf et al., s/f, p.7). Para esta investigación cualitativa sobre conocer que impacto tienen las actividades recreativas en los indicadores ya mencionados, se realizó una premisa la cual menciona lo siguiente: Todas las empresas que tienen actividades recreativas para sus empleados tienen buena convivencia laboral, Dana Cardanes ejerce diferentes actividades en las que participa todo su personal, se tomaron en cuenta investigaciones previas con casos similares para tener una hipótesis como posible respuesta a las preguntas, se decidió trabajar con una muestra de la población total, para la realización de esta investigación se tomó una muestra de la población total, es decir 10 empleados del área de Embarques en Dana Cardanes por lo que el método ideal es el estudio de caso, se utilizará una de las técnicas propuestas por Bernal el cual es el cuestionario. De acuerdo con Bernal el define el cuestionario como un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios, con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto de investigación. Se trata de un plan formal para recabar información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación. En general, un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables que van a medirse. El cuestionario permite estandarizar y uniformar el proceso de recopilación de datos. Un diseño inadecuado recoge información incompleta, datos imprecisos y por supuesto, genera información poco confiable (2010, p. 250).

La técnica que se utilizara en esta investigación para obtención de los datos requeridos es la siguiente: Cuestionario: Se utilizará esta técnica de recolección de datos proporcionados por la página del IMSS sobre el estrés laboral, este tendrá la finalidad de conocer en qué grado se padece los síntomas asociados al estrés.

El empleado tendrá que poner el grado que considera que tiene de los síntomas del estrés laboral, los grados son los siguientes:

1: Nunca

2.Casi nunca

3.Pocas veces

4.Algunas veces

5.Relativamente frecuente

6.Muy frecuente

Son 12 síntomas que se mencionaran en el cuestionario son los siguientes:

1. Imposibilidad de conciliar el sueño.
2. Jaquecas y dolores de cabeza.
3. Indigestiones o molestias gastrointestinales
4. Sensación de cansancio extremo o agotamiento.
5. Tendencia de comer, beber o fumar más de lo habitual.
6. Disminución del interés sexual.
7. Respiración entrecortada o sensación de ahogo.
8. Disminución del apetito.
9. Temblores musculares (por ejemplo, tics nerviosos o parpadeos).

10. Pinchazos o sensaciones dolorosas en distintas partes del cuerpo.
11. Tentaciones fuertes de no levantarse por la mañana.
12. Tendencias a sudar o palpitaciones.

Se utilizará otro cuestionario proporcionado por Eliana Sánchez Márquez en su trabajo de investigación para conocer qué tan satisfechos se encuentran los empleados con las actividades recreativas, se adaptaron los ítems para realizarlos en Dana Cardanes.

En este cuestionario se manejarán las siguientes dimensiones con sus ítems:

Instalaciones deportivas:

1. El estado y las condiciones de las instalaciones deportivas para cada modalidad deportiva
2. La limpieza en las instalaciones deportivas
3. Las instalaciones deportivas se encuentran acorde al reglamento propio de cada modalidad

Opciones de respuesta: 1 (deficiente), 2 (malo), 3(regular), 4(bueno), 5(excelente).

Talento humano:

1. Como califica el talento humano que atiende sus necesidades en este evento deportivo
2. La calidez de los colaboradores antes, durante y después del evento deportivo
3. El conocimiento de los colaboradores para dar respuesta a sus inquietudes
4. La educación y el respeto de los colaboradores a la hora de atender los usuarios
5. La experiencia de los colaboradores (jueces, veedores, coordinación del torneo y coordinación general)

Opciones de respuesta: 1 (deficiente), 2 (malo), 3(regular), 4(bueno), 5(excelente).

Servicio:

1. El evento mejora el bienestar familiar de los trabajadores que participan.
2. Los eventos disminuyen el estrés de las personas que participan.
3. Los eventos deportivos ayudan a mejorar la condición física de las personas que participan.
4. Los eventos facilitan la integración con otras personas
5. Los equipamientos deportivos cumplen las expectativas para cada modalidad deportiva

Opciones de respuesta: mucho, poco, nada.

Calidad:

1. Estos eventos le ayudan a la empresa a cumplir con el concepto de bienestar laboral
2. Estos eventos satisfacen mis necesidades deportivas, recreativas y de aprovechamiento del tiempo libre

Opciones de respuesta: mucho, poco, nada (Sánchez et al., s/f).

Se realizará unas preguntas abiertas al final del cuestionario:

1. ¿Qué otra actividad te gustaría que existiera en la empresa?
2. ¿Te gustaría que fuera en las instalaciones de la empresa o en alguna otra?
3. ¿En qué aspectos te ayudaría la actividad que propones (físicos, convivencia, distracción)?

Resultados

La investigación está en tiempo con un porcentaje de cumplimiento del 75% de la investigación, está en el momento de la aplicación de las técnicas, todavía no se tienen resultados, aunque ya se describen cuáles son.

Discusión y conclusiones

Aún no se ha concluido la investigación, pero se tienen los siguientes supuestos:

1.Al conocer el grado que padece el trabajador de los síntomas asociados al estrés, en base a los resultados se podrá crear un plan de corrección contra los hábitos que provocan estos síntomas, así mismo ayudando a mejorar la productividad y la salud de los empleados,

2. El nivel de satisfacción nos dará a conocer que tan eficientes están siendo las actividades recreativas, tomando en cuenta las opiniones de los empleados se harán correcciones para mejorar su experiencia en dichas actividades, 3. Las nuevas propuestas de actividades recreativas basadas en las preferencias de los empleados ayudaran a que ellos se sientan escuchados, demostrando que se tiene preocupación por su bienestar, estarán más activos en la participación de estos eventos.

Referencias bibliográficas

Huerta, A. (2017, junio 1). *Rotación de Personal en Querétaro*. Valuación Estratégica. https://valua.com.mx/rotacion-de-personal/

Sánchez, I. (2019, noviembre 22). *La importancia de participar en las actividades recreativas de tu empresa*. Blog OCCMundial; OCCMundial. https://www.occ.com.mx/blog/participar-en-las-actividades-recreativas/

Estrés Laboral. (2023). Imss.gob.mx. http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estres-laboral

Dana impulsa el desarrollo de proveedores nacionales. (26 de enero de 2018). Somosindustria.com. https://www.somosindustria.com/articulo/dana-impulsa-el-desarrollo-de-proveedores-nacionales/

Vázquez, V. (s/f). Dana Cardanes, 50 años de calidad y crecimiento. MexicoIndustry. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://mexicoindustry.com/noticia/dana-cardanes-50-anos-de-calidad-y-crecimiento

(S/f). Amqueretaro.com. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://amqueretaro.com/queretaro/estado/2023/01/15/preocupacion-del-sector-automotriz-por-poca-oferta-de-personal-en-queretaro/

Lavayen Lindao, J. A. (2019). Actividad física y recreativa como medio preventivo del estrés laboral en obreros de Empresas Empacadoras.

Arevalo Vargas, A., Huaman Urbano, C. W., & Salinas Simon, R. B. (2022). Implementación de un programa de Pausas Activas para aliviar el estrés laboral en los trabajadores del área administrativa de la empresa Transporte Toñito SAC Lima-2022.

Cuadros Peñaloza, J. P., Pianeta Guevara, W., Arango Ordoñez, J. V., Zapata Bueno, D. C., & Blanquicet Carrillo, Y. J. (2022). Propuesta de fortalecimiento del clima organizacional, mediante estrategias de mejoras en las relaciones laborales del Banco Bogotá sede Valledupar para el primer semestre del año 2022.

Mitjana, LR (2019, 14 de marzo). *La teoría de fijación de metas de Edwin Locke* . organización pym. https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-fijacion-metas-locke

Mitjana, L. R. (2019, julio 4). Teoría de la expectativa de Vroom: qué es y qué dice sobre el trabajo. Psicologiaymente.com. https://psicologiaymente.com/organizaciones/teoria-expectativa-vroom

Torres, A. (2017, julio 20). La teoría de las motivaciones de David McClelland. Psicologiaymente.com. https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-motivaciones-david-mcclelland

Rubio, N. M. (2019, noviembre 27). *El modelo jerárquico ERC de Alderfer: una teoría de la motivación*. Psicologiaymente.com. https://psicologiaymente.com/psicologia/modelo-jerarquico-erc-alderfer

Sánchez, E., Lissethe, M., & Castillo, KR (s/f). *MEDICIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL USUARIO QUE PARTICIPA EN LOS JUEGOS INTEREMPRESARIALES DE COMFAMILIAR RISARALDA*. Educa.co. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/621802c9-5d19-4fdb-982a-f08a370fe695/content

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3.ª ed., pp. 115–116). Colombia: Pearson Educación. Recuperado de https://abacoenred.com/wp-

content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf

(Macluf et al., s/f) Macluf, J. E., Beltrán, L. A. D., & González, y. L. G. (s/f). *El estudio de caso como estrategia de investigación en las ciencias sociales*. Www.uv.mx. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/estudio2008-1.pdf

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3.ª ed., p. 250). Colombia: Pearson Educación. Recuperado de https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf

La importancia de la gestión humana en la actualidad.

Resumen.

La gestión del talento humano se viene observando desde el inicio de la revolución industrial. Con la ayuda de la tecnología, tomando lo mejor del método clásico de gestión del talento humano, podemos desarrollar un método más eficaz que combine el rol humano y los beneficios de la tecnología.

Se estudia que beneficios son los mejores para que un empleado quiera quedarse en la empresa, una buena formación siempre hace que el empleado quiera aprender más sobre la empresa, se siente parte de ella, en el primer mes es sumamente importante que los nuevos empleados se sienten necesarios, lo que les permite evitar despidos y pérdida de talento.

Otro incentivo importante es el salario/bono, muchas empresas ofrecen un bono adicional además del salario si ayuda a lograr el objetivo de la empresa, también suelen ofrecer tiempo libre remunerado. o más días de vacaciones, pero uno de los más importantes es seguir capacitando a los empleados, poder ofrecerles capacitación donde puedan estar trabajando en un área diferente, y que la capacitación se realice en un lugar diferente, lo que motiva al empleado pertenezca verdaderamente a la empresa. La empresa sabe que esta es una parte fundamental.

Palabras Clave: (Humano, Gestión, Talento, Recursos)

Abstract:

Human talent management has been observed since the beginning of the industrial revolution. With the help of technology, taking the best of the classical method of human talent management, we can develop a more effective method that combines the human role and the benefits of technology.

It is studied which benefits are the best for an employee to want to stay in the company, a good training always makes the employee wants to learn more about the company, he feels part of it, in the first month it is extremely important that new employees feel needed, which allows them to avoid layoffs and loss of talent.

Another important incentive is the salary/bonus, many companies offer an additional bonus in addition to the salary if it helps to achieve the company's goal, they also usually offer paid time off. or more vacation days, but one of the most important is to continue training the employees, to be able to offer them training where they can be working in a different area, and that the training is done in a different place, which motivates the employee to truly belong to the company. The company knows that this is a fundamental part.

Keywords: (Human, Management, Talent, Resources)

Introducción:

Dentro de una organización la gestión del talento humano es de suma importancia, debido a que ofrece una gran ventaja competitiva, para obtener al mejor empleado debemos de tener claro que es lo que la empresa requiere, sea una empresa; Micro, Pequeña, Mediana o Gran empresa.

Primero debemos de analizar que es el talento humano, (Chiavenato), nos comenta que «la gestión del talento humano es un conjunto de prácticas y políticas necesarias para dirigir cargos gerenciales que tienen que ver con personas o recursos; poniendo en prueba el proceso de reclutamiento, selección, capacitación, recompensas y evaluación de desempeño».

Para (Jericó), nos comenta que está relacionado con la administración moderna, esta contiene planificación, estructura, orientación e intervención de las actividades del recurso humano, puesto que las personas que se encuentran dentro del nuevo concepto de administración del recurso humano, es el principal activo de la organización.

Entonces
la gestión del talento humano acumula técnicas y procedimientos que se favorecen para que el talento humano de una empresa se desarrolle de manera propia, a través del direccionamiento de sus habilidades para resolver dificultades de manera pertinente, para obtener la delantera contra sus competidores.

En la sociedad contemporánea el elemento clave para una buena gestión organizacional es el conocimiento, con eso hablamos que el talento humano es fundamental debe tomarse con una perspectiva innovadora, para esto, las universidades y centros de formación deben de tomar mecanismos y funcionamientos tradicionales y se elaboren nuevos programas y competencias con respecto a las demandas de la sociedad actual.

Todas las tecnologías como big data y la inteligencia artificial las organizaciones pueden dar respuestas y soluciones en tiempo real, por lo tanto, el talento humano debe de estar en sintonía con lo que ofrecen estas herramientas, para así poder competir con las herramientas que están en el mercado actual.

El diseño y la mejora serán clave con la participación del talento humano en nuevas dinámicas organizacionales, las capacidades humanas se benefician del uso de nueva

tecnología de convergencia, (Chiavenato), nos informa que en la actualidad las organizaciones se preocupan por la globalización, las personas, los clientes, productos y servicios, conocimientos, resultados y la tecnología.

Mientras tanto los cambios dentro de RRHH son grandes y se predomina la importancia del capital humano e intelectual, dando por hecho que los papeles fundamentales de esta área son: Estrategias de recursos humanos, infraestructura, contribución de los empleados y cambio organizacional.

Chávez nos menciona qué para alcanzar los objetivos, existen tres tipos de recursos, los cuales deben de ser administrados correctamente, estos son: recursos materiales, recursos técnicos y talento humano.

Los materiales hacen énfasis al capital humano, instalaciones, muebles, materias primas, maquinaria, etc… Los recursos técnicos son, instructivos, sistemas, procedimientos, organigramas, etc… Por último, el talento humano, conocimientos, experiencia, motivación, intereses, aptitudes, habilidades, potencialidades, etc.

Así como impacta en todos los ámbitos y aspectos de este mundo acelerado, la transformación digital también ha demostrado tener consecuencias fundamentales en la gestión de Recursos Humanos .

Los procesos de selección con el paso de los años han tenido cambios muy significativos, donde el uso de la tecnología es observable, para la seducción y selección del talento humano con el fin de mejorar la productividad laboral y obtener una satisfacción de los candidatos.

Sabemos que el Capital Humano debe de encargarse de que cada participante dentro de la empresa, debe de estar completamente comprometido con esta, por lo tanto, vamos a hacer una investigación con profesionistas en el ámbito de RRHH y de otras áreas haremos una comparación del método tradicional y como se hace en la actualidad con ayuda de la tecnología.

Objetivos.

Haremos una comparativa en los métodos de selección de talento humano, en una parte el modelo tradicional y por otro lado la selección con herramientas digitales, con la finalidad de obtener las ventajas y las

desventajas de ambos, para poder definir que método es el más conveniente y en que situaciones nos puede resultar útil.

- Analizar el método de selección de talento humano tradicional
- Analizar el método de selección de talento humano digital
- Ver las ventajas y desventajas de ambos métodos para poder destacar lo mejor de ambos métodos.

Preguntas.

¿Se podrá obtener un desarrollo de un método alternativo donde se incluyan ambos métodos?

1. ¿Para qué nos va a servir esto?
2. ¿Por qué es importante hacerlo?
3. ¿Qué beneficios nos puede traer esto a la actualidad?

Hipótesis.

Al finalizar la comparativa de ambos métodos de selección se destacará lo mejor de ambos métodos, daremos ideas de como poder implementarlas en un sistema de reclutamiento con ayuda de profesionistas en este ámbito, dando una ventaja competitiva a las empresas con candidatos profundamente comprometidos a cumplir los objetivos de la empresa.

Esto nos va a servir para poder dar un mejor beneficio de ambas partes, de contratista a contratado, haciendo que sea más eficiente el método de selección, más rápido, tratando de asegurar un índice de éxito alto.

Es importante ya que tenemos que tener en cuenta la motivación de las personas, como podemos sacar el mejor rendimiento de cada persona y como este puede obtener un beneficio propio a lo largo de su estancia en la organización.

El mayor beneficio que podemos lograr es que evitemos la rotación del personal, dando un trato digno a los trabajadores, haciendo que la organización cumpla los objetivos establecidos, mejorando el ámbito interno como externo.

Justificación.

La gestión del talento humano se ha visto desde inicios de la revolución industrial, es una ventaja competitiva que debemos mantener en las organizaciones, con ayuda de la tecnología, sacando lo mejor del método clásico de la gestión del talento humano podemos desarrollar un método más eficiente donde se complemente la parte humana y los beneficios de la tecnología.

Se estudia cuáles son los mejores beneficios para que el empleado se quiera mantener en la empresa, una buena capacitación siempre hace que el empleado quiera aprender más de la empresa, se siente parte de esta, en el primer mes es de suma importancia que los empleados nuevos se sientan necesitados, haciendo que eviten renunciar y el talento se pierda, otro incentivo importante es el salario/bono, muchas empresas ofrecen un bono extra al salarió si este llegan a cumplir un objetivo de la empresa, también suelen ofrecer días de descanso pagados o más días de vacaciones, pero uno de los más importantes es seguir capacitando a los trabajadores, el poder ofrecerles una capacitación donde se pueden desempeñar en otra área y que la capacitación sea dada en otro lugar eso motiva al empleado a que realmente pertenece en la empresa y sabe que es una pieza fundamental.

Pero no todo es parte del nuevo talento humano, también es parte de las áreas de RR HH (Recursos Humanos) deben de tener un proceso de selección muy bien definido en el cuál deben de estar experimentados, desde la forma de elaborar la solicitud del puesto, la entrevista inicial de selección, pruebas o test de desempeño, análisis y decisión final. Cada una de estos pasos debe de estar supervisado, en el caso de que los participantes no sean aptos para el puesto, deben de colocar el motivo por el cual fueron rechazados.

El evaluar al talento humano es de las mejores cosas que se pueden hacer, haciendo que el empleado vea cuál es su desempeño, como puede mejorar o saber que su esfuerzo está teniendo frutos.

Antecedentes.

Chiavenato (2020), Nos habla de la importancia de la gestión del talento humano en su libro, GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO, 5ta. Edición, en la cuál nos habla con la información más actualizada acerca de este tema, hizo aplicaciones e investigaciones, el objetivo principal de este libro es analizar los temas que el libro toca, para después poder evaluar los objetivos principales con una práctica.

Utiliza un método cualitativo a través de una evaluación con el fin de realizar múltiples rondas de preguntas hasta que se llegue a un resultado que se considere satisfactorio, se tomo esta iniciativa para resolver problemas en diversas situaciones.

Las conclusiones son bastantes claras, se nos llega a mencionar que los trabajadores comienzan por hacer cosas distintas, nos comenta que el departamento de recursos humanos debe de cambiar su estrategia de trabajo. En conclusión, me está ayudando a poder obtener una mejor visión dentro de la organización de la importancia del talento humano y de la capacitación, también la buena selección del recurso humano siendo esta la parte fundamental, del trato que deben de recibir para que también se sientan parte de la familia, sin embargo, no se debe de olvidar al personal que ya se encuentra trabajando con nosotros, el incentivo es una excelente manera para mantener la motivación del personal.

La importancia de la gestión del talento humano lo abarca mediante las metas establecidas de cada departamento, Butteris (2020), recalca que el objetivo por parte del departamento de recursos humanos es la contratación de las personas, la administración de salarios y el bien de los trabajadores como los beneficios e incentivos de sus empleados, es necesario que existan trabajadores y se contrate nuevo talento humano con las cualidades de resolución de conflictos y que tengan una respuesta inmediata a esta, más aparte deben de estar calificados, ya que la empresa suele tener problemas los cuales deben de ser resueltos.

Este conocimiento, me dejo una nueva idea acerca de la gestión del talento humano, sabemos que las personas siempre tienen ciertas cualidades desarrolladas, pero en este caso es importante saber qué es lo que requiere la empresa en ese momento.

Método.

La presente investigación parte de un paradigma en el que el escenario son las empresas actuales, no importa el tamaño de esta debido a que nos enfocamos en el área del talento humano.

La teoría que fundamenta esta investigación es únicamente bibliográfica, con el fin de recaudar información, describir y clasificar documentos con el propósito de compilar información para su uso como trabajo intelectual.

Por esto mencionado el mejor método que se acomoda a esta investigación es el método bibliográfico con el único fin de comparar.

Sampieri (2014), "La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema"

Sabemos que con el paso del tiempo los problemas van cambiando periódicamente, es necesario tener en cuenta esto debido a que los problemas van siendo un poco más complejos en estos aspectos, es necesario siempre tener una buena investigación, el reto actual no es encontrarla si no clasificarla para poder encontrar su validez.

Los investigadores deben de tener ciertas habilidades o competencias con las cuales puedan identificar información de calidad, para que con esto se pueda hacer un buen trabajo investigativo, porque aun existiendo una gran cantidad de información tenemos claro que no toda es de calidad o útil.

Durante esta metodología podremos obtener información útil de varias fuentes de información las cuales nos ayudarán a recolectar los resultados.

Tenemos la fuente de información directa la cuál es la más importante ya que como su nombre lo menciona, esta se obtiene desde los sujetos de estudios.

Méndez (2008), "Con fines didácticos y considerando exclusivamente el criterio del tipo de dato y el de la fuente que se procesa en la investigación"

Lo que nos menciona Méndez es que existen varios métodos con los cuales podemos obtener información relevante para nuestra investigación, se conocen como fuentes de información o técnicas estas se aplican al mismo margen, con lo cual se puede obtener un criterio justo al tipo de dato que nos está solicitando nuestra investigación.

Se aplicarán varias técnicas con las cuales vamos a poder recolectar información con las cuales vamos a poder determinar el objetivo.

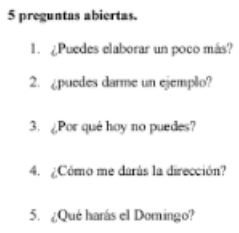
Técnicas:

Maya (2014), “Las técnicas de investigación comprenden un conjunto de procedimientos organizados sistemáticamente que orientan al investigador en la tarea de profundizar en el conocimiento y en el planteamiento de nuevas líneas de investigación”

Con el proyecto en un 65% finalizado se utilizará el cuestionario en el cuál obtendremos información necesaria, en este caso de la gestión del talento humano donde le preguntaremos al área responsable.

Sampieri (2008), “Consisten en una serie de preguntas abiertas y/o cerradas respecto a una o más variables a medir y son probablemente el instrumento más utilizado para recolectar datos”

El área de recursos humanos, evaluará el desempeño por parte de los trabajadores, en la cual se realizará un cuestionario con no más de 5 pregunta abiertas, donde definirán el desarrollo de estos mencionados anteriormente.



5 preguntas abiertas.

1. ¿Puedes elaborar un poco más?
2. ¿puedes darme un ejemplo?
3. ¿Por qué hoy no puedes?
4. ¿Cómo me darás la dirección?
5. ¿Qué harás el Domingo?

Figura 1. Ejemplo de cuestionario.

Tamayo (2008) “La encuesta es aquella que permite dar respuesta a problemas descriptivos como la relación de variables, tras la recogida sistemática de información según un diseño previamente establecido”

Se realizará una encuesta a los trabajadores con la problemática de como ellos sienten que ha sido su desarrollo en la empresa, con las cuales podremos analizar el crecimiento de personal.



Encuesta de satisfacción laboral

Instrucciones:

Responde de la manera más honesta posible las siguientes preguntas. Elige la opción de respuesta que más se adapte a tu opinión sobre nuestra empresa.

1. ¿Qué tan significativo es tu trabajo?

- Extremadamente significativo
- Muy significativo
- Moderadamente significativo
- Muy poco significativo
- Nada significativo

2. ¿Qué tan desafiante es tu trabajo?

- Extremadamente desafiante
- Muy desafiante
- Moderadamente desafiante
- Muy poco desafiante
- Nada desafiante

3. En una semana típica de trabajo, ¿qué tan estresado te sientes por tu trabajo?

- Extremadamente estresado
- Muy estresado
- Moderadamente estresado
- Muy poco estresado
- Nada estresado

4. ¿Qué tan bien pagado está tu trabajo y actividades?

- Extremadamente bien pagado
- Muy bien pagado
- Moderadamente bien pagado
- Muy poco bien pagado
- Nada bien pagado

Figura 2. Ejemplo de encuesta.

Para finalizar se realizará una entrevista por grupos, en los cuales seleccionaremos algunos de áreas de producción otros del área de recursos humanos y si es posible del área de gerencia en la cual obtendremos cómo se desenvuelven unos con otros y como son a la hora de trabajar en equipo.



Figura 3. Imagen de entrevista en grupo.

Conclusión.

En la primera instancia queremos analizar cuáles son los resultados de la gestión del talento humano del modo tradicional en el cuál observaremos:

1. La metodología de selección.
2. Los beneficios de esta selección.
3. Los resultados de esta selección.

   Con esto podremos determinar qué tan eficiente es el método tradicional de la selección del talento humano.

Analizaremos el método a modernos de la selección del talento humano con ayuda de las herramientas digitales donde se analizará:

1. La metodología de esta selección.
2. Los beneficios de esta selección.
3. Los resultados de esta selección.

Se les preguntara a los trabajadores como se sintieron con el método de selección con el que fueron seleccionados, se mostraran sus resultados con respecto al crecimiento personal en la empresa.

Se le preguntara al personal del área de recursos humanos con que método se sienten más cómodos, que beneficios sienten ellos que les puede aportar a la empresa y al crecimiento de esta, involucrando el crecimiento de los trabajadores para que se obtenga un beneficio mutuo, en los cuales se abarque la visión y misión de la empresa para observar si el objetico general se está cumpliendo.

Por último, se comenzará el desarrollo de un método mixto, en el cuál se mejorará le eficiencia de la selección de los aspirantes a ingresar, se ocupará el método tradicional junto con el método tecnológico, donde espero obtener un mejor crecimiento tanto personal como para la organización.

Referencias.

Chiavenato, I. (s/f). *G estión de T a lento Humano*. Elmayorportaldegerencia.com. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de http://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Personal/%5bPD%5d%20Libros%20-%20Gestion%20del%20talento%20humano.pdf

(S/f). Edu.bo:8080. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1143/1/Chiavenato-Talento%20humano%203ra%20ed.pdf

Vista de El talento humano: factor estratégico para la innovación y la transformación organizacional. (s/f). Edu.co. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/SHA/article/view/3143/2369

Vista de Gestión del talento humano en el desempeño laboral. (s/f). Ciencialatina.org. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/107/93

(s/f-b)

(S/f-b). Edu.co. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8517/LIBRO%20DIGITAL-%20Modelo%20de%20Gestion-%20VERSI%c3%93N%20FINAL%2003%20DE%20AGOSTO%20DE%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Factores que influyen en la elección de una carrera universitaria

Nuñez Cristóbal Natalia Getzemani

Universidad Tecnológica De Querétaro

2021301049

Resumen

La investigación se desarrolla dentro de la Universidad Tecnológica de Querétaro, particularmente, específicamente en la Licenciatura de Gestión del Capital Humano. Se analizan los factores que influyen en los alumnos al elegir una carrera, algunos de los factores pueden ser: factores sociales, donde esta involucrada la familia, amigos, recomendaciones, el factor económico, dentro de los culturales, la religión, el idioma, los valores, las normas, las costumbres y tradiciones, en los psicológicos va la motivación, la salud mental, autoconocimiento, la motivación. Lo que se quiere dar a conocer con esta investigación es: ¿Cuál es el principal factor que influye al elegir una carrera universitaria dentro de los estudiantes de la universidad tecnológica de Querétaro? Una de las conclusiones a las que se llego es que la elección de una universitaria es un proceso complejo para los individuos ya que involucra una variedad de factores que tienen interacción entre sí.

Palabras clave: (Influencia, Factor, Carrera, Elección).

Astract

The research is developed within the Technological University of Querétaro, particularly, specifically in the Bachelor of Human Capital Management. The factors that influence students when choosing a career are analyzed, some of the factors may be: social factors, where family, friends, recommendations, the economic factor, within cultural, religion, language, values, norms, customs and traditions, psychological motivation, mental health, self-knowledge, motivation. What we want to make known with this research is: What is the main factor that influences students at the Technological University of Querétaro when choosing a university degree? One of the conclusions reached is that choosing a university is a complex process for individuals since it involves a variety of factors that interact with each other

Keywords: (Influence, Factor, Career, Choice).

Introducción

Los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria, son significativos, debido que a partir de estos el aspirante tomará una elección de carrera, algunos de los factores son los sociales, en estos son la familia, amigos, recomendaciones, medios de comunicación, la economía dentro de los culturales entre la religión, el idioma, los valores, las normas, las costumbres y tradiciones, en los psicológicos va la motivación, la salud mental, autoconocimiento, la motivación. Dependiendo hacia donde se presente una inclinación se presentará una deserción o satisfacción al cumplimiento de los objetivos y plan de vida del individuo.

Una de las decisiones más importantes en la vida de las estudiantes es tomar la decisión de elegir una carrera profesional, es evidente que se pasará gran parte del tiempo en el trabajo y al desarrollo de la profesión, además continuar estudiando la carrera que se desea ayuda al cumplimiento de los sueños o metas desde el ámbito personal y laboral. Los jóvenes que actualmente cursan una carrera universitaria en México no tomaron una decisión informada desconocen si esa profesión les será rentable en el futuro, caen en el error de tomar decisiones basadas en la popularidad de las carreras, porque son las que conocen o porque sus familiares y amigos que conocen estudiaron esto sin embargo esto no puede ser la mejor manera de elegir (Alvarado Reséndiz et al., 2019).

El campo de estudio de la investigación es la universidad tecnológica de Querétaro.

El esquema curricular ofrece al estudiante optar por dos salidas profesionales, en seis cuatrimestres obtener el título de Técnico Superior Universitario y en cinco cuatrimestres adicionales, obtener el título de Ingeniería. En suma, en tres años ocho meses se obtienen dos títulos universitarios (UTEQ, S/F)

La investigación se llevará a cabo dentro de la generación 46 egresados de TSU, carrera de Administración Área Capital Humano, ahora Gestión del Capital Humano. Algunas de las preguntas que responderá esta misma son: ¿Cuál es el principal factor que influye al elegir una carrera universitaria dentro de los estudiantes de la universidad tecnológica de Querétaro? ¿El estudiante reconoce a que quiere dedicarse? ¿Se distingue el impacto que traerá a su vida esta decisión?

El objetivo general de esta investigación es distinguir los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria para comprender en profundidad cómo y por qué los estudiantes toman decisiones educativas y profesionales al seleccionar una carrera universitaria

Dentro de los objetivos específicos encontramos:

- Señalar cuales son las consecuencias de una buena o mala elección de carrera universitaria.
- Observar cuales son las preferencias vocacionales dentro de la universidad tecnológica de Querétaro.
- Identificar los factores individuales que influyen en la elección de una carrera universitaria, como intereses personales y habilidades.
- Examinar cómo las circunstancias económicas personales y familiares influyen en la elección de carrera.

Premisa:
Es de gran trascendencia para el aspirante la elección de una carrera universitaria debido a que esta elección podría traer descontento o gran satisfacción dentro de su futuro académico y profesional.

Premisas específicas:

- La elección de una carrera universitaria es una decisión importante
- Los individuos tienen preferencias y habilidades únicas
- La influencia social y familiar puede ser significativa
- Las circunstancias económicas pueden ser un factor limitante

La hipótesis que se plantea para esta investigación supone que la elección de una carrera universitaria no es el resultado de un solo factor, sino que se ve influenciada por una combinación de factores individuales, sociales y económicos, que incluyen intereses personales, influencia familiar, expectativas de ingresos, oportunidades laborales y valores éticos. La interacción compleja de estos factores es fundamental para comprender cómo los estudiantes toman decisiones educativas y profesionales.

Hipótesis específicas:

- Los intereses personales y las pasiones de un estudiante son el factor principal en la elección de una carrera universitaria, y tienen un impacto más significativo que otros factores como las perspectivas laborales o los ingresos potenciales.

- La influencia familiar en la elección de una carrera es más pronunciada en culturas donde las expectativas familiares y sociales son altas, y tiende a disminuir en sociedades con mayor énfasis en la autonomía individual.

- Los factores económicos, como la capacidad de pagar la educación superior o la búsqueda de estabilidad financiera, son factores decisivos en la elección de carrera para un porcentaje significativo de estudiantes.

- La elección de una carrera está influenciada por factores geográficos, ya que los estudiantes a menudo consideran las oportunidades de empleo disponibles en su ubicación actual o deseada.

Justificación

La elección de una carrera universitaria es una decisión importante en la vida de las personas, está influenciada por una variedad de factores. La problemática puede abordarse desde diferentes perspectivas. Algunas de las problemáticas clave relacionadas con los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria son expectativas y presiones familiares, ya que muchos estudiantes sienten la presión de elegir una carrera que satisfaga las expectativas de sus padres o familiares. Perspectivas laborales, así como económicas, intereses personales como pasiones, habilidades individuales juegan un papel importante en la elección de carrera, cuestiones de género y estereotipos, los estereotipos de género a menudo influyen en la elección de carrera, limitando las opciones disponibles para hombres y mujeres.

El investigar los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria información esencial para mejorar la toma de decisiones de carrera, promover la equidad en el acceso a oportunidades educativas y profesionales, y contribuir al desarrollo personal, así como profesional de los individuos.

El estudio de los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria beneficia a una amplia gama de segmentos de la sociedad al mejorar la toma de decisiones de carrera, promover la equidad en la educación y el empleo, y contribuir al bienestar y la prosperidad individuales y colectivos. En resumen, el estudio de los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria beneficia tanto a nivel individual como societal, al promover la toma de decisiones informadas, la satisfacción laboral, la equidad en la educación y el empleo, y la mejora de la productividad y la calidad de vida.

Antecedentes

Dentro de la tesis titulada Factores motivacionales que predominan en la elección de la carrera profesional en los postulantes a la Universidad Nacional del Callao escrita por Efraín Pablo De La Cruz Gaona por la Universidad Nacional de Callao Perú, dentro de su objetivo general plantea lo siguiente: “Conocer los factores motivacionales que predominaron la elección de la carrera profesional en los postulantes a la Universidad Nacional del Callao periodo 2022 (De la Cruz Gaona, 2022). Tomando esta referencia como un antecedente internacional, se tiene en cuenta que los factores motivacionales son los que más se toman en cuenta al momento de realizar una elección de este tipo.

En la tesis publicada en el año 2018 y titulada Factores motivacionales que influyen en la elección de una carrera técnica en los jóvenes postulantes al instituto de educación superior tecnológico público Faustino Bernardino franco, escrita por Ucharo Huayta, Bernardina, presenta el siguiente objetivo principal Determinar los factores motivacionales que influyen en la elección de una carrera técnica en los jóvenes postulantes al Instituto De Educación Superior Tecnológico Público Faustino Bernardino Franco, Camaná-2018 (Ucharo, 2018). Siendo este un objetivo muy similar al que se planteó en la presente investigación.

Dentro de la tesis antes mencionada se exponen las siguientes conclusiones desde una perspectiva al enfoque cuantitativo, infiriendo que los resultados de la investigación serán similares a estos.

Los factores motivacionales influyen en la elección de una carrera técnica en los jóvenes postulantes al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Faustino Bernardino Franco, Camaná-2018. Alcanzando un 89.9% que los jóvenes

postulantes se inclinan más al factor personal lo que hace que decidan qué carrera elegir (Ucharo, 2018).

En cuanto al factor socioeconómico influye en la elección de una carrera técnica en los jóvenes postulantes al Instituto De Educación Superior Tecnológico Público Faustino Bernardino Franco, Camaná 2018, alcanzando un 64.8% (Ucharo, 2018).

En cuanto al factor familiar influye en la elección de una carrera técnica en los jóvenes postulantes al Instituto De Educación Superior Tecnológico Público Faustino Bernardino Franco, Camaná-2018, alcanzando un 51.9% (Ucharo, 2

Teoría

La teoría que fundamenta a esta investigación es la teoría social del estructuralismo genético de Pierre Bourdieu 1987, comprende las dinámicas sociales y culturales a lo largo del tiempo. Será de gran apoyo para la realización de esta investigación titulada “Factores que influyen en la elección de una carrera universitaria” contextualizándose en la universidad Tecnológica de Querétaro, Generación 46.

Construir unas clases lo más homogéneas posibles es tomar en cuenta la red de características secundarias que se manipula; siempre que se recurre a unas clases construidas sobre la base de un criterio único -aunque éste sea tan pertinente como la profesión- es fatal, dice Bourdieu, para luego comprender el principio de las divisiones objetivas derivadas, es decir, incorporadas u objetivadas en unas propiedades distintivas, con arreglo a las cuales los agentes tienen el máximo de probabilidades de dividirse y reagruparse realmente en sus prácticas ordinarias, al mismo tiempo que de movilizarse o ser movilizados por y para la acción política, individual o colectiva. Por supuesto, los factores constitutivos de una clase construida no son igualmente interdependientes y la estructura del sistema que determinan queda establecida en mayor grado por aquellas con un peso funcional más importante: así es como el volumen y la estructura del capital confieren su forma y su valor específico a las determinaciones que los demás factores (edad, sexo, residencia, etc.) imponen a las prácticas (Alonso, 2005). Entendiendo así que la elección de una carrera universitaria incide a la construcción de clases homogéneas, teniendo influencia de la edad, sexo, cultura o simplemente derivado de sus prácticas y gustos.

Los actores descritos por Bourdieu se mueven por “intereses”. La noción de interés se tiene que concebir en un sentido amplio, que indicaría que toda finalidad de la acción puede representar un interés si es defendida como tal por un actor en eventual detrimento de otro interés y en un conjunto de relaciones sociales concretas (Alonso, 2005). Aplicada dentro de la investigación los actores serían la generación 46 de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro, así mismo todos aquellos que comparten una misma carrera dentro de esta institución y se rigen por el mismo factor o conjunto de ellos que tomaron en cuenta al realizar su elección.

Según Bourdieu, al designar convencionalmente a las clases por un nombre de profesión se deja ver que la posición en las relaciones de producción impone las prácticas, y más concretamente los mecanismos de acceso a las posiciones que producen o seleccionan una clase determinada como habitus. Pero esta etiquetación enmascara otras 8 características auxiliares de clase aparte de la profesión, los ingresos o el nivel de instrucción que pueden funcionar como criterios de selección o de exclusión. Así una de los factores de construcción de clase, la profesión, enmascara otras que suponen un filtro de entrada a esa misma clase

(género, etnia, origen social, cultura, relaciones, etc.) y que son tan determinantes como la "etiqueta oficial". Lo mismo valdría para cualquier grupo definido por la ocupación de una posición en un campo determinado (Alonso, 2005). Tomando en cuenta que los habitus son el concepto central de la teoría de Bourdieu, se plantea que las estructuras sociales influyen radicalmente en la formación de los individuos, aplicado de esta forma en la elección de su profesión.

Método

El actual trabajo de investigación atribuye al enfoque cualitativo.

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura por lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular (Vélez y R., s/f).

Para desarrollar esta investigación se adoptó el método etnográfico, ya que este permite una compresión profunda y contextual de la comunidad que se está estudiando, siendo parte de esta generación puedo experimentar, contribuir a los resultaos de investigación.

La investigación etnográfica combina tanto los métodos de observación participativa como las no participativas con el propósito de lograr una descripción e interpretación holística del asunto o problema a investigar. El énfasis es documentar todo tipo de información que se da a diario en una determinada situación o escenario, observar y llevar a cabo entrevistas exhaustivas y continuas, tratando de obtener el mínimo de detalle de los que se está investigando (Vélez y R., s/f).

El origen de esta investigación es identificar los factores que contribuyen a que un individuo se incline hacia una carrera universitaria, se llevara a cabo en la Universidad Tecnológica de Querétaro, generación 46, egresados de TSU, cursando actualmente Licenciatura en Gestión del Capital Humano.

Una de las técnicas que se utilizará para poder llevar a cabo esta investigación será el grupo focal, esta nos permitirá obtener información detallada, mediante la discusión y el intercambio de ideas de como fueron influenciados por distintos factores, además de proporcionar la recolección de estos mismos factores para su estudio.

Entre los principales rasgos característicos del grupo focal o grupo de discusión se encuentra el carácter naturalista de la situación de entrevista y, ligado a ello, la importancia crucial del contexto de interacción como criterio fundamental para la obtención de información y recogida de datos mediante la entrevista grupal (Mata, 2020).

Consiste en una entrevista grupal intermediada por una persona que juega el rol de moderadora de la conversación generada. Se desarrolla en un ambiente que propicia una situación interactiva natural, lo más fiel y cercano al contexto cotidiano de las personas participantes. El contexto de la interacción y su fidelidad o cercanía con respecto a la cotidianidad de las personas participantes es crucial para el valor significativo de la información obtenida y los datos recogidos (Mata, 2020).

Adicionalmente se aplicará la técnica de la encuesta, facilitando la recolección de datos de nuestra muestra, en este caso siendo esta los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro, generación 46, actualmente estudiantes de Licenciatura en Gestión del Capital Humano.

La encuesta es capaz de dar respuesta a problemas tanto en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida de información sistemática, según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida (Bravo et al.,1998).

Utilizando el instrumento principal de la encuesta, siendo este el cuestionario, tomando los factores más relevantes y recurridos del grupo focal, se llevará a cabo utilizando mediante encuestas en línea, teniendo en cuenta que la muestra que se tomara son estudiantes que actualmente interactúan de esta manera.

Por último, la aplicación del diario de campo, este proporciona registrar las observaciones acerca de los comportamientos antes vistos dentro de la encuesta y así realizar un análisis mas riguroso de estos datos.

El Diario de Campo puede definirse como un instrumento de registro de información procesal que se asemeja a una versión particular del cuaderno de notas, pero con un espectro de utilización ampliado y organizado metódicamente respecto a la información que se desea obtener en cada uno de los reportes, y a partir de diferentes técnicas de recolección de información para conocer la realidad, profundizar sobre nuevos hechos en la situación que se atiende, dar secuencia a un proceso de investigación e intervención y disponer de datos para la labor evaluativa posterior (Obando, 1993).

El Diario de Campo también permite medir el pulso situacional de un programa o proyecto de bienestar o desarrollo social de principio a fin, evaluar la evolución y desarrollo de situaciones individuales, grupales, institucionales, organizacionales o comunales (Obando, 1993).

Conclusiones

1- La elección de una universitaria es un proceso complejo para los individuos ya que involucra una variedad de factores que tienen interacción entre sí.
2- Los intereses personales son un factor primordial, los estudiantes tienen a optar por carreras que les atraen o se asimilan a sus fortalezas y gustos personales.
3- Se reconoce influencia por los lazos cercanos a el alumno como lo son amigos, padres u otros miembros de la familia suelen orientar en esta elección.
4- Las tendencias del mercado laboral y la demanda de empleados pueden ser factores determinantes en la elección de una carrera, ya que los estudiantes pueden buscar campos con buenas perspectivas de empleo.
5- Las experiencias educativas previas, como cursos, carreras o especialidades dentro de la preparatoria pueden proporcionar una visión práctica de un campo y ayudar a los estudiantes a tomar esta decisión.

Resultados:

Los resultados esperados aún están en proceso de análisis y recuperación de datos, la investigación cuenta con un avance de más del 75%, los datos de las técnicas y métodos que se esperan aplicar, sin embargo, existen resultados parciales hasta el momento.

Referencias Bibliográficas

Bravo, M. P. C. (1998). Métodos y técnicas cualitativas de investigación en psicopedagogía. *Métodos de investigación en psicopedagogía*, 251.

Obando, L. A. V. (1993). El diario de campo. *Revista trabajo social*, *18*(39), 308-319.

Alvarado Reséndiz, J. L., Castellanos López, L. Y., Sarabia Lugo, E., & Molina Rui, H. D. (2019). Vista de Toma de decisiones para elegir una carrera profesional. Retrieved September 19, 2023, from https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/3837/6021

UTEQ. (s/f). *ATRIBUTOS DEL MODELO EDUCATIVO*. Edu.mx. Recuperado el 20 de septiembre de 2023, de https://www.uteq.edu.mx/ConoceLaUTEQ/Default.aspx?gXr=100

Mata, L. D. (2020, February 18). *La técnica cualitativa grupo focal o grupo de discusión*. Investigalia. Retrieved October 6, 2023, from https://investigaliacr.com/investigacion/la-tecnica-cualitativa-grupo-focal-o-grupo-discusion/

Vélez, L. V., & R., P. (s/f). *LA INVESTIGACION CUALITATIVA*. Edu.ar. Recuperado el 6 de octubre de 2023, de https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/velez_vera__investigacion_cualitativa_pdf.pdf

De la Cruz Gaona, E. P. (2022). Factores motivacionales que predominan en la elección de la carrera profesional en los postulantes a la Universidad Nacional Del Callao

Ucharo Huayta, B. (2018). Factores motivacionales que influyen en la elección de una carrera técnica en los jóvenes postulantes al instituto de educación superior tecnológico público Faustino Bernardino Franco, Camaná-2018.

Alonso, L. E. (2005). El estructuralismo genético y los estilos de vida: consumo, distinción y capital simbólico en la obra de Pierre Bourdieu. *Universidad de Navarra, Publicaciones y Recursos de Sociología y Áreas Afines*.

Estrés académico en estudiantes universitarios: Análisis estudiantil UTEQ

Autora: Contreras Jiménez Rocio
Estudiante de la Licenciatura de Gestión de Capital Humano, Universidad Tecnológica de Querétaro.
rociocontreras.jim@gmail.com
2020371068@uteq.edu.mx

Asesor: Huerta Maldonado Josué
Docente de la Universidad Tecnológica de Querétaro.

Resumen

La presente investigación fue realizada con el propósito de identificar las causas, factores, consecuencias que provocan estrés en estudiantes del grado superior, durante la misma se identificó a la Universidad Tecnológica de Querétaro como escenario de estudio, para ello se tomó una muestra que representara un análisis enfocado al tema desarrollado, el estudio se realizó en uno de los programas educativos de la institución educativa donde se involucró a las carreras de la división Económica Administrativa. Los temas más relevantes relacionados con el estrés incluyen definiciones realizadas por investigadores, doctores, psicólogos, los cuales se han enfocado en identificar las diferencias que se encuentran en los estudiantes con dicho padecimiento a comparación de los que no lo padecen, dando como resultado identificar los patrones que obstaculizan las actividades académicas en algunos de los estudiantes. El estrés académico ha estado presente en la vida de la gran mayoría de los estudiantes universitarios, dentro de este análisis se plantean algunas estrategias de afrontamiento que puedan ayudar a los estudiantes a tener un mejor rendimiento académico. Los resultados obtenidos mostrarán cada una de las circunstancias por las que pasan los estudiantes universitarios, ya que cada estudiante mantiene un pensamiento distinto de acuerdo a sus experiencias, incluso se puede denominar que no todos los casos de estrés pueden afectar las tareas diarias de los estudiantes.

Palabras clave: Estrés, académico, estudiantes, rendimiento.

Abstract

The present investigation was carried out with the purpose of identifying the causes, factors, consequences that cause stress in higher education students, during which the Technological University of Querétaro was identified as the study setting, for this a sample was taken that represented a analysis focused on the topic developed, the study was carried out in one of the educational programs of the educational institution where the careers of the Administrative Economics division were involved. The most relevant topics related to stress include definitions made by researchers, doctors, psychologists, who have focused on identifying the differences found in students with said condition compared to those who do not suffer from it, resulting in identifying the patterns that hinder academic activities in some of the students. Academic stress has been present in the lives of the vast majority of university students. Within this analysis, some coping strategies are proposed that can help students have better academic performance. The results obtained will show each of the circumstances that university students go through, since each student maintains a different thought according to their experiences, it can even be said that not all cases of stress can affect the students' daily tasks.

Keywords: Stress, academic, students, performance.

Introducción

Planteamiento del problema:

Hoy en día y desde hace años, el estrés ha sido parte de la vida de los estudiantes de los distintos niveles educativos, pero en esta ocasión hablaremos de dicho tema enfocado a jóvenes universitarios.
La sociedad actualmente pasa por distintas situaciones malas, buenas y entre ellas se ha involucrado continuamente la palabra estrés, algunos autores los definen como "realidades distintas", el término ha surgido durante el siglo XIX a partir de las palabras de Claude Bernard y Walter Cannon quienes afirmaba que el estrés eran situaciones o estímulos que no permitían a una persona llegar a una concentración y por, lo tanto, desarrollador de actividades.
El estrés académico se produce por las altas demandas que atribuye el espacio educativo, es decir, es la situación en la que el sujeto está lleno de preocupaciones como resultado de que se encuentra agobiado, debido a que no tienen estrategias de estudio. (Hernández,1996)

El término estrés académico a consideración de algunos autores es más complejo de definir ya, que, se identifican variables de acuerdo a una sociedad muy definida como lo son los estudiantes, además el explicar lo que significa involucra incorporar factores, experiencias subjetivas, efectos y alteraciones que una persona puede vivir con estrés académico.

Contextualización:

La Organización Mundial de la Salud está encargada de realizar todo tipo de investigaciones derivadas del estrés, aunque también ha realizado un análisis del término en el ámbito educativo, donde se involucra a un gran número de personas de la sociedad, los cuales son estudiantes universitarios. Se puede determinar que estrés no es la palabra de moda, sino una situación de descontrol y en las peores situaciones llega a clasificarse en un trastorno. (OMS, 2019)

En nuestro país México se han realizado investigaciones enfocadas a estudiantes con estrés académico, un ejemplo son las universidades que al estar en contacto con los alumnos se muestran interesados en cuidar de la salud de los mismos. Existe un artículo publicado por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo nombrada Perfil de estrés académico en alumnos en licenciatura en psicología, enfocado en la misma institución, el proyecto estuvo a cargo de la directora en psicología Marianomeli Vázquez García. La investigación tuvo como propósito exhibir las condiciones y factores que influyen en los estudiantes, dichos comentarios establecidos por la directora expresan que la carga de trabajo por la que pasan los estudiantes universitarios es una de las principales causas.

El número de personas con estrés han aumentado continuamente cada año, por tanto, se han generado nuevas personalidades se interesadas en investigar las experiencias de los estudiantes con estrés. Anteriormente, se consideraba que las personas con estrés eran totalmente capases de desarrollar todo tipo de actividades, pero hoy en día existen nuevas circunstancias que demuestran lo contrario, con lo anterior no se está aceptando que las personas no pueden realizar actividades de la vida cotidiana, si no, por el contrario, pero se les dificulta realizarlas de manera eficiente y con un mayor grado al error.

Actores: Alumnos de nivel superior: Jóvenes universitarios que oscilan entre los 17 años a los 25 años de edad que formen parte de la institución educativa y parte de un curso académico o carrera profesional. Este proyecto se enfocará en estudiantes de nivel TSU y licenciatura y en cuestión de indagar en las posibles causas del padecimiento y consecuencias que han provocado en su vida estudiantil. La investigación estará fundamentada bajo dos tipos de modalidades, por ejemplo, los estudiantes de TSU a quienes se les imparten clases durante la mañana y los de licenciatura que asisten a la universidad durante la tarde, noche con de fin de tener dos perspectivas encaminadas a la problemática.

Escenario:

Universidad: Institución educativa de nivel superior del sector público, el enfoque de este proyecto estará en la UTEQ Universidad Tecnológica de Querétaro, la institución está presente en modalidades distintas, pero el análisis se realizará en TSU y Licenciatura con las mismas oportunidades de estudio o división educativa. La UTEQ cuenta con 25 programas de estudio, las cuales forman parte de la coordinación general de universidades tecnológicas. En este plantel se involucran estudiantes de los distintos modelos educativos y edades distintas, pero la investigación se basará el en modelo de la division Economica-Administrativa a manera

Objetivo:

Realizar una investigación para conocer las causas del estrés académico en estudiantes de nivel superior y conocer distintas perspectivas de los mismos tras padecer dicha condición.

Preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las causas del estrés académico en estudiantes de la UTEQ?

2. ¿Cómo es la vida de un estudiante universitario que padece de estrés?

3. ¿Cómo afecta el estrés el rendimiento de un estudiante?

Hipótesis:

La investigación dará como resultado un análisis final donde se incorporen las causas de que influyen de manera significativa en el desempeño de los estudiantes universitarios, el recopilar esta información permite preservar el bienestar de los alumnos, el objetivo se cumplirá, ya que dentro de este se pretende cuidar la salud física y psicológica de los estudiantes. Como resultado final se planteará estrategias de solución al estrés académico. Es posible que durante la investigación se encuentren distintos conceptos referentes al estrés, además involucrado a con pensamientos y criterios de varios autores de libros, psicólogos, asociaciones y científicos. Además, debido a las anteriores investigaciones podemos determinar algunas de las causas generales del estrés. La investigación realizada en la UTEQ se complementará con los comentarios recabados por parte de estudiantes de la institución educativa, e incluso se dará lugar a compartir la experiencia con docentes de la misma, los profesores pueden dar la razón total a los estudiantes a incluso negar las actividades que provocan estrés a los alumnos de las áreas y divisiones de la universidad.

Premisas:

La OMS es la organización Mundial de Salud y La Asociación de psicología, organizaciones encargadas en el estudio de la salud de las personas, la salud física y psicológica a causa del padecimiento antes planteado. La OMS define el estrés académico es una “Activación fisiológica, involucrada con las emociones, actitudes de la persona que padece de estrés y conducta ante estímulos y eventos dentro del área escolar” (OMS, 2021). De acuerdo a las indagaciones realizadas, la misma organización ha considerado el que el número de estudiantes que padecen estrés en los últimos años ha aumentado debido a las exigencias del nivel superior, también se han realizado un informe que explica que existen un gran número de carreras profesionales donde se suele presentar en grados mayores.

El objetivo de las organizaciones es hallar el patrón que siguen los estudiantes que originan el estrés académico, las investigaciones que se realizan están fundamentadas por la psicología y no solo por teorías o hipótesis como se narran en distintos artículos publicados por personas ajenas al tema.

Metodología

Justificación:

La presente investigación tiene como propósito exponer las causas de estrés en los estudiantes de nivel superior, con los datos recabados se pretende realizar

una exposición donde se advierta a los jóvenes universitarios de las actividades que puedan estar realizando y que provoquen que sus niveles de estrés aumenten día a día. En la actualidad existen variables ligadas a los estudiantes, algunas de ellas provocan que los estudiantes no se desarrollen como verdaderos profesionales en sus actividades o simplemente en sus clases que son impartidas como parte de su formación.

La otra constante importante son los síntomas que los alumnos comienzan a presentar, a manera de investigación se pretende realizar un análisis que permita identificar cada una de las fases por las que pasa una persona que padece de estrés, la información recabada permitirá inculca a estudiantes, de esta manera ellos comprenderán que si están presentando algunos de los síntomas estos podrían ser partícipes de la sociedad que cuentan variables en la realidad. Cada una de las investigaciones relacionadas con los temas vistos están fundamentadas por varios autores, los cuales son especialistas. Las personas que se mantengan identificadas con las causas o síntomas podrán solicitar ayuda con profesionales, esto es muy importante, ya que si los estudiantes no tratan de mejorar su salud mental podrían provocarse daños a sí mismos, con lo anterior no se pretende decir que las personas que suelen tener estrés académico sean capases de autolesionarse, sino que de no tratarse las personas comienzan a desarrollar nuevos padecimientos o enfermedades que ya no puedan ser reversibles. La investigación también constará de un apartado donde se muestren algunas soluciones planteadas por psicólogos y sobre todo a las cuales los estudiantes tengan el acceso, la parte menos agradable se planteará al final donde se colocarán las consecuencias que trae consigo el estrés académico, la cual está enfocada en promover a que los estudiantes universitarios se sientan preparados para asistir a buscar ayuda profesional en el caso de necesitarla, todo se realiza con el único fin de promover la investigación con respecto a la salud mental he identificado las repercusiones que trae consigo en la vida académica de los estudiantes.

Antecedentes:

La sociedad ha estado ligada a distintos padecimientos, enfermedades o circunstancias. Las primeras investigaciones realizadas hacen un par de décadas, determinan que padecer de dicho padecimiento es como afrontar varios escenarios nombrados “Realidades distintas”. La revista de psicología de la universidad de Antioquia explica que el padecimiento está ligado con sentimientos y experiencias, por ejemplo, cansancio, dolores musculares o distintos niveles de nerviosismo. Así mismo, las personas que lo padecen pueden estar pánico, miedo y crisis al estar frente a grupos de personas. (Martínez, 2007)

La investigación referente al estrés surgió en el siglo XIX donde el investigador Claude Bernard añade que siempre existirán estímulos para que el estrés se presente, algunos años después en el siglo XX Walter Cannon afirmaba que dicho factor estaba relacionado de acuerdo a reacciones fisiológicas y conductas. (Moscoso, 2007). Anteriormente, se mencionaba que las investigaciones relevantes se comenzaron a principios del siglo XIX, pero en 1930 uno de los investigadores más sobresalientes menciono que el padecimiento de estrés académico se debía más a una especie de exploración, ya que si nos detenemos un poco en analizar la vida estudiantil nos podemos dar cuenta que cada persona experimenta distintas fases en su vida, algunas pueden estar comprendidas de la misma manera, pero aun así todas o cada una de ellas serán como experimentar nuevas realidades, es decir el inicio surge a partir de lo que el investigador llama “síndrome general de adaptación”. El doctor Selye considero escribir en su libro que cada persona afronta sus entornos de acuerdo a lo que ha vivido a lo largo de su vida, encaminado al entorno en el que se ha desenvuelto, además añadió que los malestares físicos podrán estar ligados a alteraciones ligadas por el mismo individuo. (Selye, 1940)
La revista habla desde varios puntos de vista donde fundamenta cada una de las palabras escritas con las investigaciones de otros autores que realizaron

algunas de las primeras investigaciones, los puntos más importantes son aquellos donde menciona que lo largo de los años y de cada una de las indagaciones se han formado distintos criterios del surgimiento del estrés por sí solo y aquel que está denominado como académico, las disciplinas que han realizado planteamientos teóricos con la medicina, biología, psicología, tecnología, física y la Química, por ejemplo, las últimas dos disciplinas acompañadas de la medicina han ayudado a identificar como internamente el estrés comienza a expandirse o bien como es su nacimiento, cabe mencionar que dichas experimentaciones son muy Importantes, es decir, todo padecimiento debe ser explorado desde el centro si se quiere tratar o erradicar, los estudios realizados indican que el estrés no solo puede afectar la parte central del cerebro, sino que dependiendo del nivel presentado podría afectar otras partes del cuerpo. (Maturana.2015)

Los estudios psicológicos afirman que la medicina está en lo correcto en cada una de las teorías planteadas, pero por sí solo un ser humano no es capaz de desarrollar un padecimiento como este por sí solo, la psicología añade que existen una gran cantidad de factores involucrados, por ejemplo, actividades con cierto grado de dificultad, actividades expuestas a metas establecidas por una academia, realizar actividades en entornos totalmente desconocidos u otro tipo variables relacionadas variantes en la vida de un estudiante. La medicina por sí solo también ha realizado reportes en los cuales explica que el estrés tiene su origen en la forma de evaluación cognitiva, la forma más sencilla de explicarlo, es decir, que está ligado a sus hábitos. A forma de resumen, la publicación describe que existe una gran cantidad de variables que rodean al estrés, pero cada una de ellas son descritas una vez que se ha obtenido la fuente del mismo. (Barraza, 2005), las teorías resaltadas explican que Barraza realizo tres conceptualizaciones a las que llamo, estresores, síntomas y modelo transaccional, en el caso de los estudiantes universitario hablo sobre el sentido de la responsabilidad que cada uno tiene, la sobrecarga de tareas o actividades las cuales pueden ser causantes de por lo menos un 50% del padecimiento acompañado de su desempeño, negatividad lo que genera que externamente su cuerpo comience a transmitir como mala salud física y alteraciones en la salud mental. A lo largo de cada una de las investigaciones se ha determinado que el estrés en los niveles más altos se pueda determinar como un síndrome, además se tiene actualmente el conocimiento de que existen distintas clasificaciones:

Inespecíficos: Es el estado más crítico, es aquí donde se presentan trastornos de depresión Semi-especificos: Es el punto medio alto dentro de la clasificación, ya que se presenta de forma aguda, cada uno de los factores se combinan con trastornos de ansiedad, alergias, dificultades respiratorias e infecciones.

Específicos: Este primer nivel de grado considerable se conoce como el primer acercamiento al desbalance mental que las personas enfrentan, cada una de las clasificaciones están teorizadas por evidencias sintomáticas, las cuales fueron aportadas con el fin de diagnosticar las distintas fases del estrés, considerando tener un expediente clínico que valide la información presentada.

Marco teórico:

En el siguiente apartado se describirán una serie de conceptos enfocados al tema analizado con el propósito de explicar a fondo cada una de las variables involucradas, el título de esta investigación es Estrés académico en estudiantes universitarios, las conceptualizaciones ayudaran a comprender de una mejor manera el contenido.

Psicología: El concepto nace a partir de la filosofía, precisamente surge durante lo que antiguamente se conocía como doctrinas filosóficas del empirismo. El propósito de su origen se basó en comprender los criterios de las personas y sus conductas, los antiguos investigadores determinaron que en base a esto encontrarían respuestas determinadas por nuestra biología. Actualmente la psicología tiene una gran

cantidad de ramas enfocadas en el estudio del ser humano, pero debemos tener en conciencia que ahora se encuentra enfocada en ayudar, experimentar y no solo a teorizar como se conocía anteriormente. Un experto en el tema nos explica que "La psicología solo puede ser considerada como una ciencia postdictiva, sus indagaciones siempre comenzaran por analizar el presente y posteriormente en las acciones pasadas, es tan vasto de información que puede encontrar las causas que produjeron un resultado" (Freud,1896)

Psicoterapia: Este término hace referencia al proceso de sanación, evaluación y análisis de los padecimientos mentales de una persona. De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud mental es aquí donde los psicólogos aplican sus conocimientos con el fin de ayudar a las personas a llevar una vida mejor planificada, utiliza todo tipo de herramientas, pero su principal es basado en procedimientos científicamente validados. Además, hoy en día está relacionada con todo tipo de métodos entre los cuales destaca el cognitivo, conductual, interpersonal y el conversacional con el objetivo de resolver las problemáticas presentadas por los seres analizados.

"La Psicoterapia es un término utilizado para describir las técnicas que los psicólogos utilizan para aportar una solución a desordenes psicológicos, se basa en variables como terapias o enfoques fisiológicos y en algunas circunstancias la implementación de medicamentos" (Boeree, 1997)

Psicoanálisis: El concepto se basa en la explicación de una teoría, la investigación se basa en el funcionamiento mental y patológico de los seres humanos. Aunque también está involucrado con el método terapéutico el cual se basa en el reconocimiento de acciones pasadas. "El patológico es considerado como tratamiento, en el cual la persona afectada asiste con profesionales donde la persona día a día comprende lo que está pasando con su persona respecto a patrones negativos cometidos constantemente, miedos o experiencias dolorosas" (API,2019)

Psicología en la educación: La psicológica por sí solo involucra en comportamiento de los seres humanos, pero del ámbito educativo existen un gran número de conceptos relacionados a este. El concepto hace referencia a las conductas y comportamientos relacionados con los procesos de aprendizaje, pero no solo está basado en como las personas adquieren conocimientos o habilidades sino en cómo son transmitidos. "Considerada como una subdisciplina la psicología, encargada de las investigaciones relacionadas con el aprendizaje de los distintos modelos educativos y la efectividad de las tácticas de enseñanza, así mismo promueve los principios de la psicología" (Universidad Continental, 2019)

Estrés: Conscientemente se conoce al estrés como una alteración física y mental tras presentar problemas o situaciones nuevas, dicho padecimiento nace a partir de factores extraños para la persona que lo padece. Originalmente se conocía como una especie de tención la cual involucra el estado emocional de las personas. "El estrés suele originarse cuando las personas presentan alteraciones en su vida diaria lo que provoca un desequilibrio en las rutinas de las personas, los agentes de lo provocan pueden ser de originados por agentes internos o externos" (Selye, 1956)

Rendimiento académico: El concepto hace referencia al aprovechamiento que se ve identificado en estudiantes que pertenecen a los distintos modelos educativos, aunque también puede describirse como la capacidad de responder a ante situaciones donde los alumnos requieran demostrar su aprendizaje. "Es la evaluación de resultados académicos, además se involucran las capacidades con las que cuentan los estudiantes, se podría denominar como un método para identificar el interés que una persona muestra ante el poder de aprender" (Almeyda, 2019)

Teorías:

El surgimiento del estrés y la actualidad de su desarrollo en estudiantes

Actualmente la sociedad vive diversas situaciones, algunas buenas y otras malas, donde la palabra “estrés” se menciona constantemente. Algunos autores la definen como "otra realidad". El término se originó en el siglo XIX con Claude Bernard y Walter Cannon. quien sostuvo que el estrés es una situación o estímulo que impide a una persona concentrarse y por tanto realizar acciones. Algunos autores o investigadores creen que la definición del concepto de estrés académico es más complicada porque las variables están determinadas desde una comunidad muy concreta (por ejemplo, los estudiantes). Además, explicar su significado incluye una combinación de factores, experiencias subjetivas, influencias y cambios que una persona puede experimentar durante el estrés académico, el tema principal de este tema es resaltar la influencia que hace que los estudiantes de alto rendimiento experimenten en el aula, gestionando la escuela. acción y, lo más importante, los motivos de su ejecución. Tu parte. “El estrés académico surge de altas exigencias en el espacio pedagógico, es decir, situaciones donde los sujetos se sienten abrumados y llenos de ansiedad por no contar con estrategias de aprendizaje”. (Hernández, 1996)

El estrés académico en los últimos años

El concepto de estrés académico ha cobrado cada vez más importancia porque las investigaciones demuestran que es una respuesta fisiológica y conductual que se activa ante situaciones nuevas o difíciles, que pueden ser provocadas por factores externos o incluso estrés provocado por las decisiones del paciente deprimido. Recientemente, la Universidad Veracruz realizó un estudio relacionado con el estrés académico, en el que involucraron directamente a la facultad de psicología, el cual destacó la recurrencia de esta condición, lo que creían promovería un acercamiento holístico a la comunidad universitaria. Después de varios días de investigación, la universidad define el estrés prolongado como una enfermedad en la ciencia y la psicología. “los jóvenes seguían un patrón de aprendizaje y por tanto de estrés académico, cada vez que analizaban a los estudiantes, identificaban las estrategias que ellos implementaban para regular sus actividades escolares.” (Universidad de Veracruz, 2019)

Las investigaciones actuales del estrés académico

La investigación realizada por revistas importantes e investigadores menciona datos realmente importantes sobre todo porque incluye datos del país de origen como lo es México, la información está fundamentada por la secretaria de salud (SSA), la anterior organización muestra que las escuelas públicas están más en contacto con el estrés y en varias ocasiones se realiza un reporte, pero el total de casos resueltos o simplemente atendidos corresponden solo al 1% de las personas involucradas. Las auroras de dicha publicación son María Consuelo Espinoza, Luz Adriana Orozco y José Luis Barra, los cuales realizaron constantes investigaciones, sus primeros reportes se realizaron desde la parte de estrés por sí solo, pero posteriormente comenzaron a analizarlo a profundidad, basaron cada uno de sus argumentos en la unidad académica de trabajo social y ciencias para el desarrollo humano, el cual evaluado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. “sí no existe un diagnóstico que realmente pruebe el nivel de estrés ocasionando por distintas actividades en los jóvenes solo que en la mayoría de los casos son los docentes quienes reportan que el rendimiento académico está ligado al estrés por sí solo, con todo esto podemos añadir que las escuelas en México pertenecientes al sector público no cuentan con los requerimientos básicos” (Espinoza, 2018)

Método:

El método que se utilizará en esta investigación es el de Estudio de caso, el cual consiste en proporcionar toda la información recolectada a partir de pasos, sobre todo cuando se abarquen temas relacionados con problemáticas, dichas situaciones deben ser casos de la vida real, ya que el propósito principal es plantear una serie de soluciones. Este tipo de método se realiza principalmente cuando se encuentra un enfoque en un grupo o un número determinado de

personas. Es importante mencionar que esta herramienta siempre está involucrada con estrategias dirigidas al aprendizaje. Existen una serie de puntos que especifican en que consiste la técnica, el primer punto es el análisis de la problemática, justificación del método elegido, determinar alternativas de solución ante la problemática y plantear soluciones. (Reichardt, 1979)

El Estudio de caso tiene un gran número de ventajas, algunas de ellas son que se pueden involucrar todo tipo de edades, distintos niveles y áreas relacionadas con el conocimiento. La elaboración se basará en conocer a las personas de las cuales se está realizado la investigación, en este caso son los estudiantes de la UTEQ Universidad Tecnológica de Querétaro los cuales rondan entre los 17 años y los 25 años de edad aproximadamente, dichos protagonistas están inscritos en las carreras pertenecientes al plantel educativo. El siguiente paso está enfocado a definir su entorno, en este caso es el educativo, otra de las condiciones es que pertenezcan al mismo entorno o que se encuentren dentro de la problemática, y como anteriormente se describía este paso también puede complementarse, ya que todos los que serán partícipes son estudiantes de nivel superior con ciertos grados de estrés, durante la implementación de método también se tomaran algunas respuestas de algunos profesores de la misma institución como fundamentación a cada una de las herramientas utilizadas, los docentes y alumnos comentaran desde su punto de vista cada uno las causas que están ligadas al estrés. Otro de los puntos importantes en manifestar la importancia de la investigación, en este caso cada uno de los estudiantes que participen podrán darse cuenta de los niveles de estrés que pueden estar presentando en su formación académica de tal manera que podrán plantearse así mismo técnicas que permitan que su vida como estudiantes sea más planificada, desde el punto de los profesores al estar más informados respecto a los niveles de estrés presentados pueden reducir las cargas académicas, con lo anterior no se pretende que los estudiantes no cumplan con las actividades o tareas, si no, por el contrario, pero se debe establecer periodos más apropiados para cumplir con los proyectos o se podría planificar un proyecto desde principios del curso he de ir realizando a lo largo del periodo y no como regularmente se realiza a finales de los periodos. La otra fase consta de recopilar la mayor cantidad de datos o de opiniones en este caso, el método se enfoca en cumplir con soluciones a partir de los intereses de las personas que pertenecen o forman parte del caso analizado con el propósito de plantear un entorno mejor en este caso el de los estudiantes, la ultima parte es realizar un reporte con cada uno de los datos recopilados, existe una condición que debe aplicarse y es presentar los resultados a cada uno de los estudiantes participes y a profesores, directivos esto con el fin de informar, sobre todo cuando la problemática esta presente en una parte muy importante de la sociedad, los estudiantes

Técnicas:

Las técnicas elegidas son la encuesta, entrevista y cuestionario, a continuación, se realiza una descripción de acuerdo a las opiniones de varios autores.

La encuesta es una de las técnicas más utilizadas, ya que proporcionan información u opiniones de las personas involucradas en un tema y de las cuales se pretende tener un análisis con el fin de aportar criterios de solución, alternativas o técnicas. La técnica se empleará mediante preguntas donde se permitirá obtener las opiniones de cada uno de los estudiantes, se pretende realizar una muestra de 100 personas, se considera que cada persona incorporará criterios distintos, por lo tanto, se pronosticará un análisis más asertivo referente al tema. Dentro de esta técnica se emplearán criterios de datos cerrados.

Los cuestionarios son una de las herramientas más importantes, las cuales contar de una serie de preguntas, en este caso este se empleará con preguntas abiertas, de esta manera cada uno de los estudiantes pueden participar de manera precisa, por tal manera se podrían plantear un informe respecto a los patrones

que cada uno de los alumnos cometen, pero sobre todo se puede influir de manera positiva en el rendimiento académico.

La otra técnica que se empleara en este proyecto de investigación es la entrevista, esta consta de realizar todo tipo de preguntas con las personas involucradas, se planea que las personas hablen más de lo que pueden escribir, además se pueden improvisar más preguntas referentes al tema señalado, se pretende realizar un total de 10 entrevistas que permitan realizar un análisis más completo implementando esta técnica y las anteriormente descritas.

Resultados:

La investigación hasta el momento se encuentra en un 70%, las ultimas semanas se han aplicado los métodos y técnicas las cuales se encuentran en revisiones para poder concluir con la investigación realizada en la institución de nivel superior.

Discusión y Conclusiones:

En conclusión, cada uno de los autores o investigadores expresan distintas fases que los estudiantes con estrés suelen presentar, pero la gran mayoría afirma que el padecimiento no es normal y no debe relacionarse con este concepto, lo más importante es dimensionar el nivel que cada persona padece de esta manera se podrán implementar técnicas de apoyo.

Cada uno de los estudiantes pasan por distintas situaciones, por lo tanto, mantienen distintas perspectivas distintas relacionadas con sus niveles de estrés. Algunos consideran que los niveles de estrés mínimos, pueden ser de utilidad, ya que los mantiene al margen o alerta referente a las actividades académicas que deben realizar.

Los profesores que se incorporaron en las técnicas, conocerán los resultados que fueron expresados por cada una de las herramientas, esto permitirá que ellos empleen nuevas tácticas que impidan saturar a los alumnos de información y tareas.

Los alumnos participantes considerarán si sus niveles de estrés son mínimos o críticos, ante esto podrán decidir si desean platicar las circunstancias por las que pasan en las asignaturas o en el caso de que ellos consideren que ya no pueden desarrollar cada una de ellas como antes lo realizaban sería el momento perfecto para solicitar ayuda de los psicólogos que están dentro de la institución educativa.

Es importante considerar que cada tipo de estrés se presentan de manera distinta, y cada una tiene síntomas y consecuencias de acuerdo con las personas que lo presentan

Las conclusiones aún no se encuentran completas, el proyecto de investigación cuenta con un avance considerable, el trabajo será complementado una vez que el método y técnicas sean aplicadas. Una vez realizado todo el proceso se añadirá en este apartado los resultados basados en las opiniones de los alumnos…..

Referencias bibliográficas:

Acosta, A. C., Ruiz, L. K. J., Marin, M. R., & Guerrero, E. G. P. (2019). Estrés ocupacional y evaluación de desempeño en docentes universitarios del departamento del Cesar. Encuentros, 17(1), 24-33.

Acosta-Prieto, J. L., García-Dihigo, J., Almeda-Barrios, Y., & Monzón-Alfaro, Y. (2023). Análisis de indicadores relacionados con el estrés académico en estudiantes universitarios. Revista Médica Electrónica, 45(2), 206-222.

Alvarado, E. O., & Pascuaza, M. A. R. Estrés académico y estrategias de afrontamiento en estudiantes de primer semestre del Programa de Psicología de la IU CESMAG

Arribas Marín, J. M. (2013). Hacia un modelo causal de las dimensiones del estrés académico en estudiantes de Enfermería.

Avalos Guadamud, C. F. (2023). Análisis de estrategias de afrontamiento al estrés académico en estudiantes universitarios de la ciudad de Quito en el periodo 2022-2023.

Barraza, A. (2007). Propiedades psicométricas del Inventario SISCO del estrés académico. Revista PsicologiaCientifica. com, 9(10), 1-8.

Cabellos Chirito, A. E. (2020). Análisis psicométrico del Inventario SISCO del Estrés Académico en universitarios de la ciudad de Piura, 2020.

Chust-Hernándeza, P., López-Gonzálezb, E., & Senent-Sánchezc, J. M. (2023). Eficacia de las intervenciones no farmacológicas para la reducción del estrés académico en estudiantes universitarios: una revisión sistemática. Ansiedad y Estrés, 29(1), 45-62.

Martín Monzón, I. (2007). Estrés académico en estudiantes universitarios. Apuntes de Psicología, 25 (1), 87-99.

Oblitas Guadalupe, L. A., Soto Vásquez, D. E., Anicama Gómez, J. C., & Arana Sánchez, A. A. (2019). Incidencia del mindfulness en el estrés académico en estudiantes universitarios: Un estudio controlado. Terapia psicológica, 37(2), 116-128

Uso de dispositivos digitales en niños de 9 a 12 años en San Luis de la Paz, Guanajuato

Julio César Rangel Arvizu
Miriam Herrera-Aguilar
Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Contacto: jrangel37@alumnos.uaq.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es identificar el acceso a y uso que niños de 9 a 12 años de edad hacen de dispositivos digitales en una primaria ubicada en zona urbana y otra en zona rural, en San Luis de la Paz, Guanajuato, México, así como el nivel de acompañamiento parental en tales prácticas. La perspectiva metodológica con la que se desarrolla este trabajo es cualitativa, el muestreo se concreta en dos casos de estudio: una escuela primaria urbana y otra rural, donde 100 niños y niñas responden un cuestionario de preguntas abiertas y cerradas. en total suman 21 niños y niñas. Los principales resultados dejan ver que, en ambas escuelas, el acceso y uno de las TIC es equilibrado y que la mayoría de los menores cuentan con la supervisión de los mayores en esta tarea: principalmente padres, tíos, abuelos, primos o hermanos mayores.

Palabras clave: dispositivos digitales, niños, niñas, usos, supervisión parental.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify the access to and use of digital devices by children from 9 to 12 years of age in an elementary school located in an urban area and another in a rural area, in San Luis de la Paz, Guanajuato, Mexico, as well as the level of parental accompaniment in such practices. The methodological perspective with which this work is developed is qualitative, the sampling is carried out in two case studies: an urban elementary school and a rural one, where 100 children answer a questionnaire of open and closed questions, totaling 21 children. The main results show that, in both schools, access to and use of ICTs is balanced and that most of the children are supervised by their elders in this task: mainly parents, uncles, aunts, uncles, grandparents, cousins or older siblings.

Keywords: digital devices, boys, girls, uses, parental supervision.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional e internacional, el acceso y uso de la tecnología está en constante crecimiento por parte de diferentes sectores poblacionales, incluidos los niños y jóvenes. La vida cotidiana de millones de menores en el mundo, está inmersa "en una corriente constante de comunicación y conexión digitales, desde la forma en que se gestiona y brinda su atención médica hasta las imágenes en línea de sus primeros momentos más preciosos" (UNICEF, 2017, p. 6).

En México, de acuerdo con la la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares, ENDUTIH, en 2018, había 73.1 millones de usuarios de internet de seis años o más, 65.5% del total de usuarios de ese rango de edad; en 2021, el número de estos usuarios crece a 88.6 millones y el porcentaje correspondiente es de 75.6%; es decir, hubo un crecimiento de 9.8% en tres años (ENDUTIH, 2022). Aunado a lo anterior, el número de usuarios que, en 2021, contaba con un teléfono celular denominado inteligente, es de 91.7 millones y 43.8 millones contaba con una computadora. En cuanto al acceso a la conectividad de acuerdo al sexo, se observa un equilibrio entre usuarios y usuarias. La principal actividad de los usuarios en internet en México es comunicarse, con 93.8%; seguida de la obtención de información, con 89.9%; el acceso a redes sociales, con 89.8%, y el entretenimiento, con 88.5% (INEGI, 2022). Tales datos dejan ver que la mayoría de los niños, niñas y jóvenes del país tienen alcance a un mundo tecnologizado.

En lo que concierne al estado de Guanajuato, donde se encuentra el municipio que nos ocupa, la misma

ENDUTIH señala un 71.9% de usuarios de internet (76.8% ubicados en zona urbana y 61.2% en zona rural (INEGI, 2022). En cuanto al municipio de San Luis de la Paz, según la Secretaría de Educación de Guanajuato (SEG), 23.8% de la población cuenta con una computadora, laptop o tablet; 86% con un teléfono celular y 36.1% con acceso a internet (SEG, 2020). Tales datos reflejan desventajas a nivel local con respecto de la situación nacional.

En este contexto internacional, nacional y local, el objetivo del presente estudio es identificar el acceso a y uso que niños de 9 a 12 años de edad hacen de dispositivos digitales en una primaria ubicada en zona urbana y otra en zona rural, en San Luis de la Paz, Guanajuato, México, así como el nivel de acompañamiento parental en tales prácticas.

Lo anterior se justifica socialmente (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2010) debido a que el municipio de San Luis de la Paz, si bien tiene una gran extensión territorial, cuenta con apenas 128 536 habitantes, según INEGI (2020), donde la cabecera municipal tiene la mayor concentración poblacional y el resto de sus habitantes se ubica en rancherías; aunado a lo anterior, en general, se cuenta con muy poca información del municipio y, específicamente, con respecto del uso de las tecnologías, aún menos. Por medio de los resultados de este estudio, padres de familia y maestros conocerán qué contenidos consumen los niños y ello puede ser de utilidad como antecedente para realizar trabajos en pro de la educación y desarrollo saludable de los menores.

En cuanto al estado del arte, diferentes estudios, realizados desde la comunicación, la educación, la psicología, la informática, la economía, la matemática educativa y la medicina, entre otros, llevados a cabo principalmente desde una perspectiva metodológica cualitativa y, en menor medida, desde la cuantitativa, permiten ver que el uso de la tecnología tiene aspectos positivos y negativos.

Con respecto de los primeros, se tiene el acceso a la información, al entretenimiento, a la libre expresión o el enriquecimiento de las relaciones interpersonale (INEGI, 2022; López Wade, Uc Cohuo y Taylor Ramos, 2015; Paniagua, 2013; Zabaleta 2012; Martínez Ravulcaba, Enciso Arámbula, y González Castilo, 2015); en cuanto a los segundos, señala el acceso a información falsa, contenidos explícitos no aptos para todo tipo de público, robo de datos personales, pérdida de la noción del tiempo, aislamiento familiar o social y sobrepeso (Paniagua, 2013; Zabaleta, 2012). De manera específica, se observa que los menores de edad enfrentan peligros como el *ciberbullying*, que consiste en ser acosado de manera puntual en línea -sin elementos de índole sexual- por usuarios de edad similar a la víctima; o el *grooming*, que consiste en relacionarse con un menor hasta ganar su confianza, pedirle información personal, fotos y videos com contenido sexual, para posteriormente chantajearlo con el mismo contenido o poder llegar a tener contacto físico con la víctima (Paniagua, 2013).

METODOLOGÍA

En atención a este avance del conocimiento, la perspectiva metodológica con la que se desarrolla este trabajo es cualitativa. El muestreo se concreta en dos casos de estudio:

a) La Escuela Primaria urbana "Nicolás Bravo", ubicada en la calle Niños Héroes, en el centro de la cabecera municipal de San Luis de la Paz; ésta tiene 24 grupos, divididos en dos turnos, para esta investigación; se trabajó con 3 grupos, uno de cada grado, de 4º a 6º, únicamente en el turno matutino, que en total suman 79 niños y niñas.

b) La Escuela Primaria rural, ubicada en la comunidad Paso de Vaqueros; ésta cuenta con 6 grupos, uno de cada grado, y una matrícula de 40 niños; se trabajó con los 3 grupos de 4º a 6º, en el turno matutino, que en total suman 21 niños y niñas.

Así, en el estudio participan 100 menores de entre 9 y 12 años de edad, pertenecientes a dos escuelas; donde se observa que los grupos están equilibrados en cuanto a la presencia de ambos sexos. Con ello se obtiene información de dos contextos distintos del municipio y se pueden observar tanto las semejanzas como las diferencias entre éstas.

En cuanto al instrumento de recolección de datos, se diseña un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas que se aplica de manera presencial, en soporte papel, a los niños y niñas participantes. Enseguida se citan las preguntas correspondientes.

Cuestionario alumnos

Este cuestionario me ayudará a obtener información para realizar mi tesis de licenciatura. Te pido, por favor, respondas sinceramente las siguientes preguntas.

1.-¿Cuántos años tienes? _____
2.-¿Tienes alguno de los siguientes dispositivos? Puedes marcar más de una respuesta si es necesario.
__ Computadora
__ Tablet
__ Teléfono celular multifunciones (o *teléfono inteligente*)
__ Televisión
__ Consola de videojuegos
__ Ninguna de las anteriores
3.-¿Este o estos dispositivos son de tu propiedad o te los presta un miembro de la familia?
Son de mi propiedad __
Me los presta un miembro de la familia__ ¿Quién o quiénes? _____
4.-¿Tienes internet en tu casa?
__Sí y funciona bien.
__Sí, pero no funciona bien.
__No
5.-¿Tienes internet en la escuela?
__Sí y funciona bien
__Sí, pero no funciona bien.
__No
6.-¿Cuánto tiempo al día utilizas algún dispositivo digital?
__30 min. a 1 hora
__1 hora a 2 horas
__2 horas a 3 horas
__ Más de 3 horas
7.-¿Con qué finalidad utilizas el dispositivo? Puedes marcar más de una respuesta si es necesario:
__ Trabajos escolares
__ Ver videos
__ Tomar fotos o vídeos
__ Jugar videojuegos
__ Usar Redes sociales
__ Navegar en internet
Otra:_____
8.-¿Qué programas sabes utilizar para trabajos escolares?
_____
_____
9.-¿Qué aplicaciones o programas son los que más utilizas por gusto?
10.-¿Estás inscrito en alguna red social?
SÍ ___ NO ___
11.-¿Cuál o cuáles? Puedes marcar más de una respuesta si es necesario:
__Facebook
__Instagram
__Tiktok
__Youtube
__Whatsapp
Otra:_____
12.-Si usas redes sociales, ¿qué es lo que más te gusta hacer en las redes sociales?_____
_____
13.-¿Algún adulto te supervisa cuando utilizas algún dispositivo?
Sí___
No___
Si tu respuesta es que sí, ¿quién te supervisa?
_____
14.-¿Alguna vez has tenido algún problema con el uso de redes sociales?
Sí___
No___
Si tu respuesta es sí, ¿qué problema has tenido?_____
_____
15.-¿Hablas con personas mayores acerca del uso de dispositivos digitales de información y de comunicación? Puedes marcar más de una respuesta si es necesario:
Madre __
Padre __
Maestra o maestro ____
Hermano o hermana mayor __
Tío o tía __
Prima o primo ___
Amigos __
Otro: __ ¿Quién o quiénes?
_____
16.-Si hablas con personas mayores acerca del uso de dispositivos digitales de información y de comunicación, ¿sobre qué hablan?
_____
_____
_____
_____

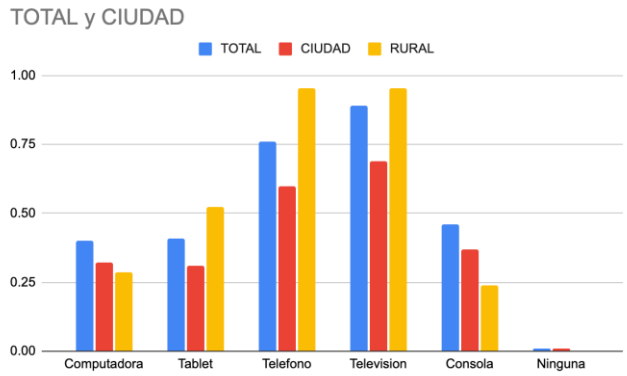
Este diseño metodológico permite recabar la información necesaria para cumplir con el objetivo de investigación y permite presentar los siguientes resultados.

RESULTADOS

Los resultados dejan ver que, de los 100 niños participantes en el estudio, 40% cuenta con computadora, 41% con tablet, 76% con teléfono, 89% con televisión, 46% con consola de videojuegos y únicamente el 1% no cuenta con ninguna de las anteriores; la Figura 1 muestra, además, las diferencias de acceso de los menores a dispositivos digitales.

Figura 1

El acceso de los niños y niñas participantes a los dispositivos digitales.



Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Como se observa, en promedio, 40% de los participantes cuenta con al menos una computadora en su casa, lo que los ubica por arriba del porcentaje del INEGI en 2021, con 37.4% de la población; sin embargo, mientras a nivel nacional, 78.3% contaba en ese año con al menos un teléfono celular inteligente, en San Luis de la Paz este dato es de 76% (INEGI, 2022). Al margen de lo anterior, 95.2% de los niños que viven en zona rural reportan la existencia de, por lo menos, un teléfono en su casa, frente a sólo 60% en la ciudad. En la zona rural, a diferencia de lo que se podría esperar, el acceso a ciertos dispositivos como lo son el teléfono y la televisión son demasiado altos con un 95.2%, siendo muy diferente al de la zona urbana con 60% y 69% respectivamente. En cuanto al acceso a internet, 85.7% contestó que sí cuenta con tal servicio y que además funciona de una buena manera, el 9.2% contestó que sí tiene pero no funciona bien y solo el 5.1% contestó que no cuenta con internet en su casa. Comparativamente, 83% de niños citadinos cuentan con internet de buena calidad y frente a 90% de los que habitan en la zona rural.

Tales datos pueden explicarse con base en los cambios provocados por la Pandemia por Covid-19, ya que muchas familias tuvieron que conectarse a internet para que sus integrantes pudieran continuar con sus actividades escolares.

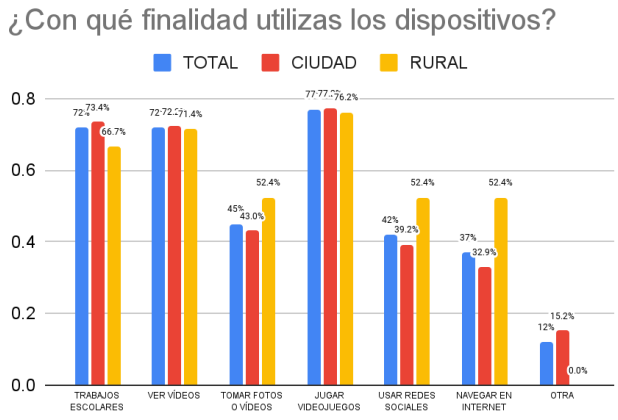
En cuanto al tiempo destinado a la conectividad, podemos observar que 34% de los niños utiliza alguno de estos dispositivos digitales de 30 min. a 1 hora, 30% de 1 hora a 2 horas, 16% de 2 horas a 3 horas y 19% más de 3 horas. Estamos hablando que más de la mitad con un 64.6% la ve en promedio de 30 min. a 2 horas diarias, lo que es un resultado positivo pues según Perez Rivera (2019) “la media de exposición a las nuevas tecnologías es de 45 horas por semana”.

Las redes sociales digitales que los participantes utilizan con mayor frecuencia son Youtube con un 85%, le sigue otra plataforma de videos, que es Tiktok con 58%, después Whatsapp, una aplicación de mensajería por internet, con 62%, después la red social Facebook con 24% e Instagram con un 19%. En las dos primarias es muy parecido el uso de las redes, pero nuevamente hay tres redes en las que el porcentaje de niños de Paso de Vaqueros es mayor al de los niños de la ciudad: Tiktok con un 66.7% en contraste con un 55.7%, Instagram con 28.6% en comparación con un 16.5% y Facebook con 42.9% a diferencia de 19% respectivamente.

En lo que respecta a los usos de los dispositivos digitales, la Figura 2, ofrece un panorama general.

Figura 2

Usos de los dispositivos digitales



Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Esta información es muy parecida a la que encontraron Cifuentes Peña y Zambrano Leon (2020), donde encontraron que los niños de 7 a 12 años, utilizan en gran parte videojuegos, películas y videos en YouTube; lo interesante es que se une

a ellos el realizar trabajos escolares, lo que es positivo pues si bien las dos anteriores son actividades de entretenimiento, la última sirve para el desarrollo escolar y el aprendizaje controlado de los menores.

En cuanto a la denominada supervisión parental, la mayoría de los menores cuentan con el acompañamiento de los mayores en esta tarea: principalmente padres, tíos, abuelos, primos o hermanos mayores. Dentro de este porcentaje el 90% de los niños son de la primaria ubicada en Paso de Vaqueros, en comparación con la primaria urbana que solo el 72% son supervisados, es un dato muy contrastante que hay que tomar en cuenta, pues la supervisión de algún adulto al utilizar este tipo de dispositivos es crucial para el buen desarrollo de los menores y evitar sus efectos negativos. Al respecto, cabe señalar que PEDIATRICS (2016) recomienda supervisar el contenido multimedia que consumen los menores y las aplicaciones que utilizan o descargan, no permitir el uso de dispositivos 1 hora antes de acostarse y retirar los dispositivos de las habitaciones. Aunque el porcentaje de niños que son supervisados al utilizar dispositivos es alto, nos dimos cuenta que los temas principales de lo que se hablá con los menores es sobre los contenidos en redes sociales, algunos sobre que los dispositivos son peligrosos, son pocos los que hablan sobre reglas de uso o conductas peligrosas para los menores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En ambas escuelas, el acceso y uno de las TIC es equilibrado, ya que la mayoría de los menores cuentan con el acceso a los dispositivos digitales y la conectividad a internet. También la mayoría cuenta con la supervisión de los mayores en esta tarea: principalmente padres, tíos, abuelos, primos o hermanos mayores; sin embargo, se observa que tal acompañamiento se da más en el sentido de acompañar el espacio que de controlar la calidad y pertinencia frente a la edad, de los contenidos a los que los menores acceden.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

UNICEF (2017). Niños en un mundo digital. División de Comunicaciones de UNICEF 3 United Nations Plaza, New York, NY 10017. EEUU. https://www.unicef.org › media › file

ENDUTIH. (2022). ENCUESTA NACIONAL SOBRE DISPONIBILIDAD Y USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LOS HOGARES. www.inegi.org.mx. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/OtrTemEcon/ENDUTIH_21.pdf

INEGI (2021). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. COMUNICADO DE PRENSA NÚM. 352/21. México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf

H. Paniagua Repetto (2013). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación. *Pediatra Integral 2013*; XVII(10): 686-693. España. https://www.adolescenciasema.org/wp-content/uploads/2015/07/Impacto-de-las-tecnolog%C3%ADas-de-la-informaci%C3%B3n-y-la-comunicaci%C3%B3n.pdf

S. Zabaleta (2012). Efectos del uso de dispositivos tecnológicos en niños pequeños. *Kubernética*. Argentina. https://studylib.es/doc/6154413/efectos-del-uso-de-dispositivos-tecnol%C3%B3gicos-en-ni%C3%B1os-peq…

Manuela Martínez, Rosalva Enciso, Sandra González (2015). Impacto del uso de la tecnología móvil en el comportamiento de los niños en las relaciones interpersonales. Revista EDUCATECONCIENCIA. Volumen 5, No. 6. ISSN: 2007-6347 Enero - Marzo 2015 Tepic, Nayarit. México Pp. 67-80 http://tecnocientifica.com.mx/volumenes/V06A06.pdf

SEG (2020). Indicadores sociodemográficos y cifras educativas San Luis de la Paz. Guanajuato, México. https://www.seg.guanajuato.gob.mx/SIIE/Documents/General/Mapa/CompendioMpal/Compendio_SocioEducativo_SanLuisdelaPaz.pdf

INEGI (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda. Tabulados básicos. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/]

C. Pérez (2019). Uso y abuso de la tecnología en niños y adolescentes. Factores de protección. PsicopediaOrg. https://psicopedia.org/5234/uso-y-abuso-de-la-tecnologia-en-ninos-y-adolescentes

D. Cifuentes Peña. K. Zambrano Leon (2020). Influencia de las plataformas digitales en los niños y adolescentes entre 7 y 18 años en América Latina. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20105/7/2020_influencia_plataformas_digitales.pdf

PEDIATRIS (2016). Medios y mentes jóvenes. https://publications.aap.org/pediatrics/article/138/5/e20162591/60503/Media-and-Young-Minds?autologincheck=redirected

Impacto de la Capacitación en la Productividad del departamento de mantenimiento de un hotel

Autor: María Guadalupe Olvera Chávez
Asesor: Josué Huerta Maldonado
Institución: Universidad Tecnológica de Querétaro
Contacto: 2017310044@uteq.edu.mx

Resumen

La presente investigación se basa en el impacto que tiene la capacitación en la productividad de los empleados de un departamento de mantenimiento en el ámbito hotelero.

El objetivo principal de este trabajo es conocer si hay un impacto importante de la capacitación de los empleados del departamento en su productividad y eficiencia.

La teoría que se tomará como referencia o sustento teórico será la de Abraham Maslow “Teoría sobre las necesidades” ya que al ser de corte humanista se puede entender al ser humano de forma integral, en este caso, con necesidades de conocimiento y capacitación dentro del ámbito laboral.

Para contextualizar, se tendrá como referencia el país de México llevando a lo particular en el estado de Querétaro, sobre como se ha ido desarrollando el tema de la capacitación en las organizaciones o empresas, aportando información estadística al lector.

La metodología que se seguirá será un estudio de caso, ya que para efectos del investigador es un método que pueda aportar información más específica y así tener resultados confiables, además de que la población a estudiar es pequeña.

En cuanto a los resultados, cabe mencionar que la presente investigación lleva un avance del 75% por lo cual, hay una recopilación de datos e información que de manera complementaria darán un resultado en cuanto se concluya. Dentro de las conclusiones se encontrarán los posibles resultados con base en el avance que se ha tenido en la recopilación de la información.

Palabras clave: capacitación, productividad, empresa, empleados y conocimiento.

Abstract

This research is based on the impact of training on the productivity of employees in a maintenance department in the hotel industry. The main objective of this work is to determine if there is a significant impact of training on the productivity and efficiency of department employees.

The theory that will be used as a reference or theoretical basis is Abraham Maslow's "Theory of Needs," as it is humanistic in nature and allows for a holistic understanding of the human being, in this case, with knowledge and training needs within the workplace.

For context, Mexico will be used as a reference, focusing on the state of Querétaro, to explore how the topic of training in organizations or companies has developed, providing statistical information to the reader.

The methodology to be followed will be a case study, as it is a method that can provide more specific information and thus have reliable results, especially considering that the population to be studied is small.

Regarding the results, it should be noted that this research is 75% complete; therefore, there is data and information collected that will provide a conclusive result upon completion. The conclusions will include possible outcomes based on the progress made in collecting information.

Keywords: training, productivity, employee, company and knowledge.

Introducción

Para introducir la presente investigación es necesario mencionar que la capacitación en el área laboral ha surgido como una herramienta para mejorar el

ambiente de trabajo y a su vez los resultados en la productividad de las empresas.

En la actualidad, capacitar a los empleados se ha vuelto primordial e indispensable para poder impulsar su desempeño. Sin embargo, en México todavía existen desafíos y áreas de oportunidad en este ámbito, por consiguiente, se mostrarán datos sobre el porcentaje de las personas que se les brinda una formación en el trabajo.

Podemos ver reflejado lo anteriormente mencionado en datos estadísticos. Como menciona Morales (2023) el panorama en la capacitación laboral es poco alentador, ya que, a nivel nacional, solo el 3.1% de los trabajadores tiene acceso a una formación o especialización de sus funciones, lo cual muestra una reducción de 1.2 puntos respecto a lo reportado en 2022.

Es otras palabras, la empresas u organizaciones en México, en este año, le dieron menos importancia a la capacitación a comparación del año pasado, lo cual indica un retroceso en la formación de los empleados, así como falta de interés por parte del empleador.

Como se puede ver, aunque este tema tenga gran importancia dentro del ámbito laboral, no se le ha dado un seguimiento puntual y las consecuencias podrían afectar tanto a los trabajadores como a las empresas, no solo en la productividad sino también en el desarrollo personal, emocional e intelectual de los colaboradores.

Para llegar a un contexto más particular, también se tomarán datos actualizados de la zona en donde se realizará la investigación que en este caso es en el estado de Querétaro. Los datos estadísticos mencionados abren un panorama actual específicamente en México, los cuales se tienen que revisar para conocer las problemáticas que se enfrentan en el presente en dicha zona.

Como lo muestra el Instituto Mexicano para la Competitividad IMCO (2023) en Querétaro solo el 2.5% de la población total recibe capacitación. De acuerdo con resultados del índice de Competitividad Estatal, uno de los grandes retos del estado es mejorar las condiciones del mercado laboral, específicamente, en el área de capacitación.

Esto significa que solamente a un porcentaje muy pequeño de toda la población queretana que labora formalmente, se le ofrece un plan formativo dentro de sus áreas de ocupación, lo cual puede estar relacionado con la productividad de las empresas.

En general, puede notarse que tanto en el país como en el estado existen obstáculos y deficiencias en el adiestramiento y enseñanza de los trabajadores. Por tal motivo, el contexto laboral en cuanto a la capacitación resulto poco favorable, sin embargo, ya existen programas e iniciativas que han puesto atención en esta problemática.

El tema principal es el impacto de la capacitación con relación a la productividad dentro de un departamento de mantenimiento en el sector empresarial hotelero. El Departamento que se tomará como referencia para el desarrollo de la investigación tiene actualmente a 10 personas laborando. Dentro de las cuales se consideran 5 operadores, 3 auxiliares, 1 supervisor y 1 ingeniero de mantenimiento.

El hotel que se tomará como escenario está ubicado en la colonia de Juriquilla. Esta zona se caracteriza por tener habitantes con un nivel económico medio y alto. Sin embargo, también existen todavía algunos pueblos o comunidades aledañas como Jurica. Los trabajadores del hotel en su mayoría habitan en esta zona.

El objetivo principal de la presente investigación es el siguiente: determinar el impacto que tiene la capacitación en la productividad de los empleados del departamento de mantenimiento en una empresa hotelera.

Como objetivos específicos se establecen los siguientes: conocer la relación que hay entre la capacitación con el correcto desempeño de las funciones en el departamento de mantenimiento. Conocer la relación que hay entre la ética y conductas morales en el departamento de mantenimiento con el implemento de capacitaciones orientadas al desarrollo del ser. Conocer la relación entre las habilidades sociales y emocionales con el implemento de

capacitaciones orientadas al desarrollo de las mismas en el departamento de mantenimiento.

En cuanto a las preguntas de investigación se establecen las siguientes:

- ¿Cuál es el impacto que tiene la capacitación en la productividad de los empleados de mantenimiento en una empresa hotelera?
- ¿Cuál es la relación entre el desempeño de los empleados con la capacitación en el departamento de mantenimiento?, la tercera es
- ¿Cuál es la relación entre la ética y las conductas morales con el implemento de capacitaciones orientadas al desarrollo del ser en el departamento de mantenimiento y por último,
- ¿Cuál es la relación entre las habilidades sociales y emocionales con el implemento de capacitaciones orientadas al desarrollo de las mismas en el departamento de mantenimiento?

La hipótesis principal que se plantea la investigadora es que la capacitación que se les brinda a los empleados del departamento de mantenimiento ha propiciado el aumento en la productividad del hotel.

Las hipótesis especificas son en primer lugar que el desempeño de los empleados de mantenimiento ha mejorado con la capacitación, en segundo lugar, que existe una relación estrecha entre el mejoramiento de la ética y la moral con la capacitación de los empleados de mantenimiento. Tercer lugar, que existe una relación estrecha entre el mejoramiento de las habilidades sociales y emocionales con la capacitación de los empleados de mantenimiento.

Con base en lo anteriormente mencionado se puede establecer que la premisa de la investigación es que la capacitación que se les brinda a los empleados del departamento de mantenimiento ha propiciado una mejora en la productividad del hotel, así como en su ética, moral, habilidades sociales y emocionales.

El alcance que se quiere lograr en esta investigación es conocer cuál ha sido el impacto de las capacitaciones impartidas en el hotel a los empleados de mantenimiento con relación a la productividad de la empresa. La finalidad sería dar a conocer los resultados a los representantes del hotel al finalizar el proyecto para que se puedan ver las áreas de oportunidad en cuanto a capacitación, además de ver las fortalezas para seguir incentivándolas.

En cuanto a las limitaciones de la investigación se consideran las siguientes: la información recabada se podrá analizar solamente dentro del entorno en el que se desarrolle dicha investigación, por lo cual, los resultados no podrán ser comparados con los de otra organización o empresa. Sin embargo, de modo general servirá solo como un estudio de caso específico.

Otra limitante podría ser que a pesar de que la investigación se realizará en un hotel donde existen varios departamentos y su nivel de producción depende del impulso productivo que tenga cada uno de ellos, no sería prudente que los resultados se generalicen para todas las áreas.

El tiempo en el que se desarrollará el presente proyecto será de 4 meses, con una planeación de actividades que se enfocarán en cumplir con tiempos específicos. Se hará uso de herramientas que ayuden a visualizar los avances con el tiempo que se haya cronometrado para cada actividad.

Para justificar la investigación del tema en cuestión es importante mencionar que como se vio anteriormente en la contextualización del tema, en México no se le ha dado prioridad a los procesos de capacitación, por tal motivo, a la investigadora de este proyecto le parece importante y conveniente mostrar de manera puntual y observable la relación que tienen las capacitaciones con la productividad de los empleados.

La importancia de realizar este trabajo también recae en que a pesar de que conforme han avanzado los conocimientos teóricos sobre la capacitación, todavía muchas empresas no quieren hacerse responsables de brindar a sus empleados las herramientas necesarias para favorecer su desarrollo dentro del área laboral y personal.

Muchas veces se ha pensado que el ser humano debe dejar los problemas personales de lado cuando se encuentra dentro del trabajo, sin embargo, hay

teóricos que han observado y demostrado que tanto el cerebro como la psique son estructuras complejas, por lo tanto, no esta de más, que como empresa responsable se le den herramientas suficientes para que puedan dar soluciones tanto a los conflictos emocionales y de conducta como a los técnicos o los que tienen que ver con el cumplimiento de sus funciones.

La finalidad es sin duda, tener un respaldo teórico y práctico para observar en que medida las capacitaciones mejoran el desempeño de los trabajadores, tanto en sus funciones y practicas laborales como en las habilidades sociales y emocionales.

Aunque este tema ya ha sido investigado con anterioridad por otras personas, aterrizar la investigación en un contexto actual y más específico, en este caso en la ciudad de Querétaro, puede abrir panoramas nuevos y a partir de ahí ir desarrollando estrategias y técnicas para solucionar los problemas que se tienen en cuanto a la capacitación de los empleados.

Al comienzo de esta investigación se realizó un estudio e indagación de datos sobre cómo se han llevado a cabo las capacitaciones dentro del departamento de mantenimiento del hotel en cuestión, partiendo de estos datos se pueden analizar de forma más completa los resultados que se obtengan.

El resultado de esta indagación ha proporcionado datos poco favorables, por esta razón, investigar sobre que tan relacionada esta la producción con la formación del trabajador resulta de interés para los administradores y lideres, ya que así pueden implementar programas o iniciativas que tengan que ver con el adiestramiento y en consecuencia incentivar al personal y mejorar su producción.

Una de las investigaciones que se tomarán como referencia para los antecedentes de esta investigación nos dice que “el grado de motivación y capacitación laboral es un factor predictor de un mayor nivel de productividad de los trabajadores en la empresa, con base en el análisis de los resultados, los trabajadores evidencian que cuando reciben buen trato y reconocimiento por parte de sus superiores, así como incentivos cuando realizan eficientemente sus funciones, se aumentará su producción”. (Rodríguez et al, 2020)

Esta investigación que fue realizada en años anteriores nos muestra que efectivamente hay una relación importante entre el nivel de productividad y el desempeño eficaz de los trabajadores de una empresa. Al mismo tiempo la capacitación, los ayuda a mantenerse motivados, ya que es una forma en la que el empleado puede sentirse capaz de realizar sus funciones de una manera especializada.

Para definir el marco conceptual de esta investigación es importante revisar algunos conceptos que tienen que ver con el tema principal y que con su definición le podrán dar al lector un sustento conceptual sobre lo que se quiere lograr en su realización.

Para García (2011) la capacitación es una actividad sistemática, continua y planeada que tiene el objetivo permanente de ofrecer conocimientos necesarios a un equipo de trabajo para que como consecuencia se desarrollen y potencialicen habilidades para desempeñar funciones específicas de manera efectiva y eficiente en un puesto dentro de las organizaciones dentro de un tiempo y forma establecidos.

La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, tierra, etc) durante un periodo determinado (Sevilla, 2020)

Una empresa es una organización de personas y recursos que buscan la consecución de un beneficio económico con el desarrollo de una actividad en particular. Esta unidad productiva puede contar con una sola persona y debe buscar el lucro y alcanzar una serie de objetivos marcados en su formación. (Sánchez, 2020)

Otro concepto importante es el de empleado, Westreicher (2020) nos dice que es aquella persona que brinda sus servicios a cambio de un salario por parte de un empleador. Así, los detalles de este vínculo son definidos en un contrato verbal y escrito.

El concepto de mantenimiento es importante, ya que es el departamento en donde se desarrollará la investigación. Para Westreicher (2020) consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa.

Por último, según Orellana (2021) se refiere a departamento como una unidad funcional, que tiene asignadas personas, recursos y responsabilidades en el proceso de producción de una empresa. Esta estructura, a su vez, tiene unidades que operan con recursos propios, objetivos propios, y equipos de trabajo propios. Interconectándose en algunas partes del proceso productivo con otras unidades operativas para entregar un producto final; estas unidades son los departamentos.

Todos estos conceptos ayudan a comprender un poco mejor hacia donde va dirigida la investigación, las conceptualizaciones están enfocadas a el ámbito empresarial. Con una revisión de dichos términos se comenzará a describir el marco epistemológico de esta investigación.

Una vez revisados los conceptos que se relacionan con el tema principal, a continuación, se incluirá la teoría en la que estará fundamentada esta investigación para poder entender mejor sobre que bases se han ido desarrollando las iniciativas de capacitación. Conocer el sustento teórico puede abrir la pauta para comprender mejor el objetivo y las metas del presente trabajo.

La teoría que revoluciono la forma en la que se veía al ser humano en un ambiente laboral fue humanista. En este caso se tomará como referencia uno de los pioneros de este enfoque. Abraham Maslow fue un teórico que empezó a indagar sobre las necesidades que tienen las personas para llegar a la satisfacción en diferentes aspectos de la vida.

La "Teoría de la Motivación Humana", que fue propuesta por el autor mencionado toma como referente al ser humano de forma integral, es decir, con necesidades que van desde las más básicas hasta las más complejas.

Calvin y Rutland (2008) mencionan que la importancia que tuvo esta teoría es que se propone una jerarquía de necesidades y factores que motivan a las personas; esta jerarquía se modela identificando cinco categorías de necesidades y se construye considerando un orden jerárquico ascendente de acuerdo con su importancia para la supervivencia y la capacidad de motivación.

Es importante concebir la idea de que el ser humano tiene necesidades que deben satisfacerse, y una de esas necesidades es la trabajo. Al considerar que el empleado debe satisfacer todos los niveles para llegar a la autorrealización se modifican muchas practicas laborales arcaicas, por ejemplo, las jornadas laborales de más de 10 horas, los sueldos bajos, el clima laboral, entre otros.

La teoría humanista se basa principalmente en el ser humano como un recurso importante dentro de la organización. Por este motivo, se considera importante cubrir sus necesidades, una de estas necesidades es el de la capacitación, ya que es por medio de ésta que se pueden desarrollar habilidades y aptitudes que promueven la autorrealización.

Como menciona Becerra y Breijo (2017) el recurso humano es el más importante que posee una entidad laboral y para que este se encuentre a tono con los requerimientos de la organización, debe ser capacitado a lo largo de toda la vida, porque constantemente está ocurriendo transformaciones dentro y fuera de la entidad laboral que repercuten directa o indirectamente en la eficiencia y eficacia de la misma.

Becerra y Breijo, nos dice de manera puntual que la capacitación es un punto primordial en las organizaciones. Estas ideas de capacitación constante han revolucionado el cómo se visualiza el capital humano ya que, se le ha dado importancia tanto a las funciones que desempeña como a su bienestar integral, es decir, tanto emocional, físico y social. Por esta razón, las capacitaciones ya no se dirigen solamente al conocimiento técnico sino también a la autorrealización, la ética y las emociones o desarrollo del ser.

En todo el mundo existen diversos autores que se preocuparon no solo por describir la capacitación técnica sino también la capacitación personal, emocional o ética. Es por eso por lo que, en la actualidad, la capacitación se ha inspirado en modelos o corrientes humanistas. A continuación, se hará una descripción de las diferentes clases de capacitación según Siliceo.

Para Siliceo (2004) existe una capacitación para hacer, es decir, que descansa en el adiestramiento de sus funciones técnicas. Se refiere a las aptitudes y habilidades para poder actuar sobre las cosas. Su objetivo es la transformación sobre la materia. Pero existe otra capacitación, la capacitación para llegar a ser, ésta se proyecta en el desarrollo del hombre, ósea al perfeccionamiento de su personalidad. Pero debe mencionarse una tercera, que es la capacitación de llegar a ser, pero simultáneamente, que se refiere al trabajo en equipo y el fortalecimiento de las relaciones sociales sanas.

Lo anteriormente mencionado es importante, porque en el contexto empresarial actual se han implementado los 3 tipos de capacitaciones, tanto el adiestramiento para desarrollar aptitudes y transformar de forma positiva sus funciones técnicas.

Como también la que tiene que ver con el desarrollo del ser, es decir, de las habilidades éticas, psicológicas y emocionales, así como también las capacitaciones para fomentar el desarrollo social entre los equipos de trabajo.

Metodología

El método que se escogió para el desarrollo de esta investigación fue estudio de caso, ya que lo que se quiere saber es el impacto que tiene la capacitación en la productividad de una empresa, lo cual se puede investigar de manera más idónea si el enfoque es de casos en particular. La investigadora considera que este método cualitativo es la opción mas viable para poder cumplir con el objetivo.

El estudio de caso es una estrategia de investigación cualitativa que busca documentar, interpretar y valorar, en el contexto de su desarrollo, la particularidad y complejidad de un objeto de estudio que es concreto, contemporáneo y no controlable por el investigador (Pérez, 2016)

Como ya se mencionó, el estudio de caso se basa principalmente en una investigación sobre las particularidades de casos específicos, de los cuales se puede obtener información para después analizarla y valorar los resultados y conclusiones sobre un tema. Tiene como característica que es un estudio concreto y debe ser contemporáneo, es decir, que corresponde a un tiempo actual. Para que se pueda entender mejor porque se seleccionó este método para desarrollar la presente investigación, se describirán las características del grupo al cual se va a utilizar como población.

El equipo de trabajo que se utilizará como sujetos de investigación, esta conformado por 10 personas, por esta razón, un estudio de caso es el método que se seleccionó, además, también es importante mencionar que de acuerdo con la capacitación que reciba cada integrante del equipo se analizará que tanto impacto en la productividad personal. Así, de casos particularmente estudiados se llegará a una conclusión general sobre el impacto que tiene la capacitación específicamente de ese grupo con su desempeño y su productividad dentro del departamento donde realizan sus labores.

En cuanto a las técnicas que se van a utilizar serán dos, primero se utilizará un cuestionario para obtener información sobre el clima laboral y la productividad antes de la capacitación y otro cuestionario después. Esta técnica es la más idónea para el desarrollo de la presente investigación ya que se obtienen las respuestas de un antes y un después, lo que facilita ver las diferencias que surgen con la implementación de las capacitaciones.

Un cuestionario, es por definición, el instrumento o técnica estandarizado que se emplea para la recogida de datos durante el trabajo de campo en una investigación cualitativa o cuantitativa. Permite al científico plantear un conjunto de preguntas para recoger información estructurada sobre una muestra de personas (Meneses et al, 2016)

El cuestionario es entendido entonces como una herramienta o técnica que dentro de la investigación

funge como el medio por el cual se pueden recabar datos de un grupo de personas que esta involucradas en el estudio de un tema. Además de que permite conocer de forma mas detallada y estructurada información que puede brindar nuevos descubrimientos.

En esta investigación se tendrá un grupo de aproximadamente 10 personas a las cuales se les aplicará un cuestionario. Esta técnica es la mejor opción ya que nos brindará información específica sobre la capacitación y su relación con la productividad. Gracias a que el grupo al que se estudiará es pequeño, la aplicación de los cuestionarios puede aportar mucha más información que otra técnica. Además de que el cuestionario responde a el método de estudio de caso.

Resultados

La presente investigación ha sido desarrollada en un 75% por lo cual, los resultados todavía no son obtenidos en su totalidad. Sin embargo, con los avances en los datos e información recabada se puede plantear la posible reafirmación de la hipótesis principal.

Es decir, que la capacitación impacta de manera positiva en el desempeño de la población de empleados estudiada ya que con la impartición de los cursos ha habido un incremento en el nivel de su productividad.

Discusión y Conclusiones

La hipótesis principal de esta investigación es que hay un gran impacto de la capacitación en la productividad del departamento de mantenimiento en el hotel que sirvió como escenario de estudio.

Los empleados al ser capacitados tanto en el adiestramiento técnico como en el desarrollo de sus habilidades sociales y personales mejoran en la eficacia con la que cumple sus funciones.

Sin embargo, aún quedan muchas áreas de oportunidad que se deben mejorar al momento de impartir las capacitaciones. El objetivo de esta investigación fue solamente conocer el impacto de la capacitación en la productividad, pero al estar investigando se obtuvieron datos que podrían dar pie a una investigación complementaria, sobre si las capacitaciones tienen un mejor efecto dependiendo la forma en la que sean impartidas.

Se podría discutir y debatir ampliamente el punto anteriormente mencionado. Sin embargo, para efectos de esta investigación, el interés específicamente estuvo orientado a cumplir con los objetivos que fueron conocer que impacto tenían las capacitaciones tanto teóricas, practicas como aquellas orientadas al desarrollo personal.

Como ya se mencionó y con base en la teoría humanista de Abraham Maslow, al ser una empresa responsable por la autorrealización de sus colaboradores se implementan capacitaciones las cuales han dado como resultado el mejoramiento tanto en el clima laboral, así como en el desempeño individual y por equipo de las personas que se encuentran en el departamento de mantenimiento.

Referencias

Becerra, V. y Breijo, M. (2017). *Mirada histórica al proceso de Capacitación en el Mundo.* Mendive. https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/972

Calvin, M. y Rutland, F. (2008). *Is Maslow's Hierarchy of Needs a Valid Model of Motivation. Louisiana Tech University.* Latech. http://www.business.latech.edu/

García, J. (2011). *El proceso de capacitación, sus etapas e implementación para mejorar el desempeño del recurso humano en las organizaciones*. Eumed. jmgl(eumed.net)

IMCO. (2023). *Índice de Competitividad Estatal.* https://imco.org.mx/indice-de-competitividad-estatal-2023/

Meneses et al. (2016). *Técnicas de investigación social y educativa.* Editorial. UOC S.L.

Morales, F. (2023). *Los mejores y peores estados para trabajar en México.* El economista. https://www.eleconomista.com.mx/capitalhu

mano/Los-mejores-y-los-peores-estados-para-trabajar-en-Mexico-en-2023-20230613-0075.html

Pérez, O. (2016). *Metodología para la elaboración de estudios de casos cualitativos en responsabilidad social.* Editorial. Universidad Externado.

Rodríguez. A, et al. (2020). *Diagnóstico del impacto de la motivación laboral como medio para incrementar la productividad. Estudio de caso: Empresa TSR de Saltillo, Coahuila, México*. Revista Espacios https://www.revistaespacios.com/a20v41n43/a20v41n43p05.pdf

Sánchez, J. (2020). *Empresa.* Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/empresa.html

Sevilla, A. (2020). *Productividad.* Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/productividad.html

Siliceo, A. (2004). Capacitación y desarrollo de personal. Editorial: Limusa. México.

Westricher, G. (2020). *Empleado.* Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/empleado.html

Factores que originan la rotación del personal en Kostal.

Autor: González Gómez Shani Maday. Universidad Tecnológica de Querétaro. 08/10/2023.

Asesor Huerta Maldonado Josué

Resumen

En el presente caso de estudio se determinaron las principales causas que propician la rotación del personal en KOMEX III perteneciente al sector automotriz a partir de una investigación. Puesto que es un indicador clave donde la organización asegura mejoras o ajustes con el fin de reducir el aburrimiento, motivar al personal, aumentar la productividad y mantener una plantilla estable donde sea posible retener el talento humano y desarrollar al mismo. En esta ponencia se aborda la rotación con personal operativo que destaca de forma general los principales factores Se identificó la relación de un alto índice de rotación con la insatisfacción laboral que se presenta en planta por parte de los colaboradores donde las categorías salariales juegan un papel importante, el rol de los supervisores con el personal operativo al aplicar el liderazgo y la percepción del personal en cuanto al valor que se le da a su trabajo, donde se manifiesta inconformidad. Así como un análisis de la selección del personal y la motivación en la influencia de la rotación del personal que son elementos que influyen directamente, puesto que la empresa no está adoptando las mejores estrategias para incentivar la permanencia de los trabajadores. En lo empírico, predominantemente cuantitativo se sustentará en la aplicación de encuestas, entrevistas de salida y observaciones que permite indagar sobre dichos factores que influyen directa o indirectamente con la rotación del personal. En tal sentido el presente trabajo tiene como objetivo la reconocer los factores determinantes en la rotación y la importancia de los mismos.

Palabras Clave: selección del personal, recursos humanos, ausentismo, gestión del personal, motivación, clima organizacional, recursos humanos.

Introducción

López, J. (2011) comenta que “La Rotación de personal es la proporción de empleados que sale de una compañía en determinado periodo, por lo general de un año."[1] "La rotación de personal puede definirse como: el número de trabajadores que salen y entran, en relación con el total de una empresa, sector, nivel jerárquico, departamento o puesto."[2]

La rotación de personal se presenta en tres tipos: voluntaria, evitable y funcional, así lo establece Gualavisi y Oliveri (2016) nos referimos a 1) Voluntaria, aquella que considera las renuncias y despidos. 2) Evitable, se identifica a partir de conocer las causas de la salida del colaborador, por lo tanto, es importante que el personal de RH conozca los motivos que orillan al colaborador a abandonar su empleo; puede hacer uso de la entrevista de salida, para recabar la información. 3) Funcional. Si el colaborador logra los resultados esperados, se califica como alto y/o bajo rendimiento; por lo tanto, la salida de colaboradores no productivos servirá como una estrategia para sanear el equipo de trabajo (Manjarrez, N. I. R. 2020)

La rotación de personal tiene impactos tanto para las empresas como para los propios empleados; para las empresas por el tiempo dedicado y costos en que incurren por llevar a cabo actividades de reclutamiento y capacitación, así como el riesgo por incumplir las metas de producción o estándares de calidad de los productos para sus clientes; mientras que para los empleados se refleja en el tiempo, esfuerzo y recursos que tiene que invertir el trabajador en la búsqueda de un nuevo empleo, así como el riesgo de dejar de recibir ingresos o la incertidumbre por adaptarse a las nuevas

condiciones laborales en caso de que sean mejores (Guzmán, J. 2020)

En todas las definiciones de la rotación del personal afirman que este refiere al personal de la organización que ingresan, pero también egresan en determinado periodo de tiempo, que puede ser mensual, bimestral o anual, según la necesidad de la organización. Por tanto, en base a la idea que expresa "la rotación del personal", podemos deducir que un alto índice, implica un numero alto de personas que entran y salen de la empresa, lo cual puede generar un impacto negativo en la empresa, puesto que esto se traduce en un aumento de costos y baja productividad.

Los estudiosos ponderan a la rotación de personal como uno de los factores que provocan problemas de productividad. Se ha concluido que el reemplazo de un empleado consume mucho tiempo y dinero. López, J (2011)

Labrada, A. (2020) expone que existen algunos factores determinantes que influyen directamente en la rotación del personal para cualquier organización; "Liderazgo, Comunicación, Clima organizacional, motivación y salario". Cabe mencionar que acertadamente estos se encuentran dentro de los principios generales de Administración con las 14 funciones o divisiones que expone Fayol en su libro "administración General e Industrial, 1916" En la cual afirma que de los seis grupos en los que debe dividirse una organización, aquel con más peso en la administración, que establece dichos 14 principios que según el autor son flexibles y susceptibles de adaptarse a todas las necesidades con la finalidad de procurar la salud y buen funcionamiento de la organización.

Actores

Dentro del contexto de que aborda el tema, los actores considerados el personal operativo o sindicalizado, que comprende la industria del sector automotriz en el estado de Querétaro. El personal contratado por la empresa Kostal, tercera planta o mejor conocido como Komex III se encuentra dentro de un rango de edad de 18 a 70 años donde el mínimo nivel de estudios como mínimo es de primaria, además de ser indiferente si el lugar de nacimiento es de otro estado, siempre y cuando residan en el estado o sus alrededores, como comunidades en San Luis de la Paz, Comonfort, San José de Iturbide, La Estancia, Valle de Santiago, entre otros ya sea en estado civil de casada, casado, soltera o soltero o inclusive unión libre.

Por la categoría salarial que oferta la empresa no es posible contar con personal con un grado de estudios sobre de nivel medio superior o en otras palabras con nivel de estudios de bachillerato o prepararía no es posible ingresar.

Dicho personal también debe contar con su documentación completa, como acta de nacimiento, constancia de situación fiscal entre otros es importante para el proceso de contratación que se irge por las auditorias externes de IATF 16949 y SIGMA, entre otras.

Adicional se pide referencias donde los actores en este caso el personal operativo principalmente haya tenido una estabilidad en la empresa donde haya trabajado anteriormente. Sin embargo, debido a la urgente necesidad de falta de personal los parámetros han disminuido con la finalidad de cubrir más posiciones, el riesgo de ello, es que, al no ser el perfil correcto, sus expectativas son otras y al cabo de 6 meses abandonan su posición o renuncian lo cual propicia la temática que aborda esta investigación.

Escenario

Para fines de desarrollo de dicha investigación el escenario tiene lugar a nivel mundial donde existe mucha diversidad de empresas del giro automotriz, donde puede estar conformada por un mínimo de 100 empleados o más.

En México cuenta con instalaciones productivas de al menos 18 de las más importantes empresas

productoras de vehículos o del sector automotriz y el sector automotriz en el estado de Querétaro aporta al menos 47 mil empleos y posicional al estado como uno de los primeros proveedores contando con al menos 350 empresas que forman parte de las 18 empresas más importantes que fabrican al menos un 15% de autopartes del país (Sector Automotriz en Querétaro, 2015).

El caso de estudio se enfoca en el estado de Querétaro en Santa Rosa Jáuregui donde se encuentra el parque industrial el cual cuenta con una variedad de empresas de todos los giros, y el sector automotriz no es la excepción ya que cuenta con presencia en distintos parques industriales. El estado de Querétaro ubicado en la zona bajío donde muchas industrias han establecido sus empresas para expandirse y cubrir más requerimientos cuanto con mucho campo laboral en distintas zonas, pero para fines de investigación se estará tomando en cuenta la planta de Kostal mexicana, tercera ampliación, mejor conocida como Komex III, ubicada en Av. El marqués no. 50, Parque Industrial Querétaro CP 76220 Santa Rosa Jauregui

La organización cuenta con más de una planta en bajío, sin embargo, la tercera es una de las más novedosas, cuenta con buenas oportunidades de crecimiento en cualquier sector por ser una de las más recientes.

Objetivo General

Dar a conocer los principales factores que detonan la rotación del personal y analizar la importancia en implicación de dichas causas en Kostal mexicana tercera planta en los últimos tiempos mediante un artículo informativo.

Objetivos Específicos

1. Identificar la relación entre rotación de personal con las posibles causas de insatisfacción laboral y su viabilidad de mejora.
2. Analizar la afectación de una selección de personal incorrecta y motivación del personal.
3. Identificar las principales razones de renuncias voluntarias y abandono.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cuáles son las causas principales por las que existe la rotación del personal?
2. ¿Cómo afecta la selección incorrecta en la rotación de personal?
3. ¿Qué impacto tiene la motivación en la rotación de personal?
4. ¿Cuál es la importancia de la rotación del personal en las organizaciones?

Hipótesis

- La rotación laboral está relacionada directamente con insatisfacción en la empresa en que se laboral.
- Mejorando el clima organizacional favorable es posible disminuir la rotación del personal.
- La selección incorrecta propicia el aumento de la rotación de personal
- Las bajas por motivos personales aumentan la rotación de personal

Premisa

La rotación del personal en Kostal mexicana genera un impacto negativo en la organización.

Alcance

Generar una investigación y a partir de ellos identificar de forma concreta y puntual los factores determinantes que impactan directamente a la rotación del personal en la organización y generar un análisis puntual de la importancia de ello y su

viabilidad, de tal manera que pueda servir de consulta para identificación de causas o como plan de trabajo para evaluar posibles factores de rotación de personal o evitar coincidir en alguna de las mencionadas en dicha investigación.

Justificación

La rotación del personal se debe una serie de factores tanto internos como externos en la organización que involucran el comportamiento de la organización, políticas y a su vez que tiene consecuencias en el comportamiento del personal.

La presente investigación aborda los principales factores que se dan con mucha frecuencia en las empresas con un alto índice del personal, se entiende por esta razón la constante entrada y salida del personal, mermando la estabilidad de la plantilla, así como también tiene una afectación en el incremento de costos para la organización, además que dichos movimientos no contribuyen para fomentar un buen clima laboral, claro está debido al impacto negativo que puede tener contar con un indicador alto en rotación del personal que es pernicioso para la organización, por tanto es importante identificar y analizar las posibles causas por la que la organización presenta un alto índice de personal para trabajar sobre de ello, puesto que será la pauta para armar un plan de acción que podrá dar solución, si las problemáticas no se determinan correctamente el enfoque para una posible solución no será de utilidad, lo cual implica una pérdida de tiempo, recursos, entre otros. Es complicado tener un indicador de rotación en cero, sin embargo, si posible mantener un mínimo lo cual indica a su vez un clima laboral fuerte y una buena estructura organizacional.

Así mismo la finalidad de la presente investigación puede ser fuente de consulta para el área de recursos humanos, ya sea en un ámbito académico o bien laboral.

Antecedentes

Cualquier organización se encuentra expuesta a contar con un alto índice de rotación de personal, ya que el factor humano puede ser la parte más complicada de manejar en una organización. Por ende, es importante tener presentes indicadores relacionados con la rotación o implicados en; tales como: ausentismo, propuestas de mejora, incidencias y bajas ya sea voluntarias o involuntarias. Sin importar la forma en que se genere la baja es importante identificar las razones por las que para el personal no es posible o deciden salir de la empresa.

La rotación del personal se traduce en entradas y salidas del personal que merman la estabilidad de la plantilla; por ende, incrementa costos, reduce productividad, adicional genera un mal clima laboral y existe una alta probabilidad que merme la motivación con los compañeros de grupo.

Para ello en este apartado se establecen criterios en común con otras organizaciones latinoamericanas que comparten el interés por el análisis de los factores inmiscuidos en la rotación del personal con un impacto negativo que proporciona información valiosa complementaria que contribuya a un mejor entendimiento del caso.

De Licenciado en Administración (T. P. O. el T. P. 2019) realizo una investigación sobre el tema, para la empresa retail en Lima, Peru, donde consideran como referencias una seria de estudios relacionados. De acuerdo con “La Gestión de Recursos Humanos (HRM)”, publicado por (Uma Devi y Murali Krishna 2017), es una solución para reducir la tasa de rotación en las empresas considerando como variables; aprendizaje y desarrollo, compensación y cultura organizacional, de las cuales se desprenden tres hipótesis. Para este estudio los autores utilizaron una muestra de 250 trabajadores del sector IT aplicando encuestas y utilizando información de bases de datos, para hallar la correlación entre las variables seleccionadas con la rotación de personal.

En su tesis “La rotación de personal y su relación con el clima laboral del hipermercado Plaza Vea en

Trujillo 2016", (Wilson E. et la, 2016), en su tesis, para obtener el título de Licenciado en Administración por la Universidad Privada del Norte. Realizo el estudio con la finalidad de determinar si existía relación entre la rotación de personal y el clima laboral del hipermercado Plaza Vea, sede Real Plaza – Trujillo, periodo 2016. Utilizo como instrumento de investigación el cuestionario para cada variable, de una muestra de 142 personas se aplicó a 105 empleados, obteniendo como resultado de la tesis, si existía relación entre el clima laboral y la rotación en la empresa y se daba mayormente por no tener buenos beneficios laborales (T. P. O. el T. P. 2019).

En su tesis "Clima laboral y rotación de personal en la empresa Los Portales S.A 2016" (Torres J, et la, 2016), en su tesis de campo. Tesis para obtener el título en Bachiller en Administración de Empresas en la Universidad San Ignacio de Loyola. Realizó un estudio con la finalidad de determinar en qué medida la alta rotación del personal afecta el clima laboral de la Unidad de Estacionamiento de Los Portales S.A. Debido a que al ser una empresa que tiene muchas operaciones, se pierde el control de cada empleado, a pesar de existir una jerarquía bastante burocrática en muchas operaciones, no era suficiente. En casi todas las ocasiones los clientes eran los afectados porque cuando se da la rotación de personal es muy notorio cuando el empleado era nuevo, al menos en este tipo de servicios, donde todas las operaciones están repartidas en casi todos los distritos de la ciudad de Lima, así como también en provincias. Al final se pudo concluir que la rotación de personal no afecta el clima laboral, pero si los costos de la unidad de estacionamientos de la empresa Los Portales S.A porque más del 50% de los empleados y específicamente el 58% de los encuestados que tenían una edad promedio de 18 a 35 años con una representatividad del 64% manifestaban un buen nivel de satisfacción en trabajar en Los Portales y eso favorecía al buen clima laboral y solo el 9% se sentía insatisfecho.

Se concluyó además que las remuneraciones y/o sueldos sí afectan, y en gran medida, a la rotación de personal ya que el 75% se encontraba en desacuerdo y sólo el 14% estaba de acuerdo; sin embargo, adicional a la remuneración, la empresa les brindaba beneficios laborales y ello compensaba la mala percepción que tenían los empleados respectos a los bajos sueldos que reciben.

Teoría

Una de las teorías con las que se puede interrelacionar la rotación es la propuesta por Likert, pues esta, señala que el comportamiento que se asume por subordinados, se basa directamente en el comportamiento administrativo, donde las condiciones organizacionales o de trabajo que estos perciben.

Por ello dentro de la dinámica organización uno de los aspectos más importantes a considerar es la rotación de recursos humanos o turno ver,

Chiavenato define la rotación de personal como: la fluctuación de personal entre una organización y su medio ambiente. Es decir, en base al volumen de personal que ingresa y sale de la empresa, es que se define el ambiente y dinámica de grupo (G. Grijalva, 2023)

En una investigación esta teoría sirve de apoyo para abordar un poco de la naturaleza, manejo y desarrollo del entorno que envuelve al personal operativo, puesto analiza la relación existente y el lazo que se desarrolla entre el personal y la empresa, puesto que hay elementos que puede surgir como constante área de oportunidad.

Debido a la evolución de la era Industrial surgieron las primeras teorías clásicas de la administración que han sido la base para dar estructura a la organización, tales como: Fordismo, Taylorismo, Fayolismo, entre otros, que estaban orientadas a la ya antes mencionada área administrativa con el control, dirección, organización y coordinación de las actividades empresariales (Hernández, 2011). Por tanto, la aplicación de dichos conceptos buscaba más eficiencia en la organización específicamente en producción.

Posterior las teorías humanistas no se hicieron esperar, puestos que condiciones externas a lo laborar como personas que sienten y piensan por sí mismas, con problemas que perjudicaban directa o indirectamente su desempeño o productividad (Chiavenato, 2012), lo cual llamo la atención de los directivos, buscando satisfacer la necesidad para sobrellevar al personal sin mermar la operación, lo cual llevo desarrollar lo que hoy se conoce como recursos humanos o relaciones laborales para procurar al trabajador sin generar pérdidas en la organización.

> Autores como McGregor, Maslow, Herzberg y otros más, desarrollaron sus propios modelos de administración, se afirmaba que los empleados son pieza clave del ámbito organizacional en la industria, así mismo con un buen manejo de personal, sería clave para la rentabilidad de la organización, sin dejar de lado el cumplimiento de las misiones y visiones propias de los empleados (A. Martínez, 2019).

En la década de los 60 surgieron las teorías del equilibrio interno en las tareas, en las personas y en la estructura de la organización, (A. Martinez, 2019). Debido a ello se originaron leyes y normas que cuidan al trabajador y lo amparan a nivel mundial, como Derechos Humanos específicamente los de la segunda generación, donde se halla el derecho al trabajo, al seguro social, a la salud, entre otros que han ayudado a que los trabajadores reciban un trato justo y decente en sus condiciones de trabajo (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948).

"El bienestar es individual, por lo cual no es posible hacer comparaciones o mediciones entre individuos de forma general, puesto que cada ser es único e irrepetible, para ellos las empresas, deben tomar en cuenta el comportamiento Organizacional" expresa Sen (2000) en "Desarrollo y Libertad".

Misener, Haddock, Gleaton y Abu Ajamieh (1996), Señalan la satisfacción está conformada por "facetas específicas", que establecen un constructo multidimensional que comprende aspectos como la remuneración, el trabajo, la supervisión, las oportunidades de crecimiento y el desarrollo profesional, los beneficios, las prácticas organizacionales y también las relaciones interpersonales entre los colaboradores.

La satisfacción y motivación están interrelacionados, sin embargo, son conceptos independientes, pues A. Martínez (2019). Se puede definir como satisfacción como conjunto de actitudes y sentimientos hacia con el trabajo y la satisfacción ya depende de ambiente, trato con miembros del equipo o jefe inmediato (Atalaya, 1999)

Otra perspectiva que se debe tener en cuenta para el estudio de la satisfacción laboral es la postura McClelland (1961), Expuso que el ser humano tiene tres motivaciones particularmente importantes la necesidad del logro, que es el afán del individuo por alcanzar objetivos y demostrar su competencia, la necesidad de afiliación, la cual describe la necesidad de afecto, amor e interacción con la sociedad, la necesidad de poder que refleja el interés por ejercer el control en el trabajo personal y el de otros. (A. Martínez, 2019)

En función de lo anterior se traduce a comprender la relación del desarrollo organizacional y el personal, puesto que cada persona puede desarrollar varios niveles de necesidades, es importante tomar en cuenta que cada persona y la empresa u organización debe establecer los objetivos de entidad, así como filosofía organizacional, para transmitir un sentido de pertenencia al personal y que los lideres encargados guíen a los subordinados a la consecución de resultados y alineación de sus objetivos individuales.

Además de la búsqueda de mejora continua por el desarrollo del personal conforme a sus habilidades, aptitudes y capacidades conforme al puesto a desempeñar, dicho proceso para obtener alineados el perfil del subordinado y el de la organización para conseguir un desarrolló de ambas partes.

Se entiende que el factor humano es mucho más complejo de llevar o desarrollar en comparación

con una máquina, puesto que la maquina no tiene pensamientos propios ni se sentirá insatisfecha con el salario, con el equipo de trabajo, ni mucho menos tendrá problemas con su superior o jefe inmediato.

Otro principio es la satisfacción del personal con la organización ya que la remuneración por su trabajo es muy importante, el hecho de que el salario juega un papel muy importante en ese, aunque por el perfil que ocupan los subordinados en la organización se entiende que es de clase obrera es importante transmitir la seriedad porque forme parte del equipo de trabajo puesto que desde el proceso en que se lleva a cabo para la contratación el candidato ya crea una imagen de la organización de visualizar si encontrara o no estabilidad en la empresa.

El desarrollo profesional, beneficios, dinámica de grupo y relaciones interpersonales también están dentro del rumbo que el empleado puede considerar para dicha satisfacción con el nuevo empleo, ya que es posible brindar un buen salario, pero en caso que no consientan alguno de los rubros anteriores, difícilmente encontrara comodidad y estabilidad en dicho trabajo.

Parte clave para lograr el cumplimiento de misión, visión y valores de la organización, es decir la filosofía organizacional, también, está en un buen manejo, donde también es importante establecer una relación interpersonal con los empleados tanto para el área donde se labora como en el departamento de recursos humanos que nació a partir de las teorías humanistas que surgieron gracias a sindicatos y empleados que exigieron condiciones justas de trabajo, donde retomando el área de recursos humanos esta para soportar y respaldar al personal permitiendo que la organización también obtenga una rentabilidad.

En esta sección es necesario entender cómo han evolucionado dichas condiciones de trabajo, como ha incrementado el nivel de exigencia tanto para empleados como para las organizaciones por sus deberes a cumplir y la resolución de conflictos a partir de ello aplicar una buena gestión para el desarrollo efectivo esperando obtener un impacto positivo, donde el departamento de recursos humanos valore la opinión del personal y cumpliendo con las condiciones de trabajo, para establecer un vínculo donde el trabajador pueda conseguir estabilidad en su empleo, puesto que se sienta satisfecho y exista una buen ambiente organizacional que a su vez permita la aplicación de la filosofía de la empresa y el colaborador desarrolle su propia misión y el de la empresa.

Método

Para esta investigación se estará utilizando el método por estudio de caso, donde este concepto indica según Yin la investigación de un fenómeno contemporáneo (el “caso) en profundidad y dentro de su contexto del mundo real especialmente cuando los límites entre fenómeno y contexto pueden no ser claramente evidentes (Codina, L. 2023)

El estudio de caso se cataloga como metodología que puede ser aplicada de distintas maneras para el entendimiento y compresión de cualquier fenómeno o problema, puesto que permite efectuar un análisis detallado a determinados casos que permiten profundizar el tema a investigar.

Puede asociarse con el desarrollo de método cualitativo de forma certera, pero admitiendo un tratamiento con datos que pueden ser de índole cualitativa o cuantitativa.

Para abordar el caso de forma integral referente al tema que aborda, pero de manera objetiva y pueda apoyarse fundamentalmente en el objetivo de la investigación requiere aplicar un estudio de caso, que permita desarrollar el caso suficientemente significativo para así aforar su planteamiento y enfoque de las especificaciones de dicha investigación.

Por tanto, se realizó una selección de posibles métodos, mas, sin embargo, el que mejor se adecua a la investigación que se lleva a cabo es un estudio de caso, a fin de indagar en el caso referente en el tema que se aborda que es la rotación del personal y las causas o factores que detonen este indicado en la empresa kostal mexicana,

Para desarrollar este estudio de caso se tomarán en cuenta varios puntos en su elaboración, el punto de partida es seleccionar el ámbito que se desea investigar, que como se mencionaba anteriormente es la rotación del personal, puesto que se considera permitente y con viabilidad de investigación, puesto que dicho trabajo, busca encontrar las posibles causas que lo originan.

En la siguiente fase se indaga y se genera una recopilación de datos para emplear distintas técnicas que permitan obtener la información necesaria que posibiliten obtener la información necesaria para dicha investigación.

Se consideran tres posibles técnicas viables para recopilar la información elemental que contribuirá a la identificación de las causas que originan la rotación, donde la encuesta será de la más efectivas para abarcar información de forma concisa y precisa, para indagar otros aspectos, en conjunto a la observación que buscara complementar la información que se recabe de encuestas y finalmente entrevistas de salida para el personal que decida salir de forma voluntaria de la empresa y conocer los pormenores de las causas de estas.

Posteriormente una base se tenga la información es necesario filtrarla para la identificación de problemáticas, situaciones recurrentes o patrones considerando el área que pueda nutrir la investigación.

Seguido de esto se determina el análisis de la información relevante y el desarrollo de la teoría que aborda o bien las conclusiones a las que se llega con dicha información recabada. Basado en lo anterior será posible dictaminar y abordar la premisa de la rotación que aborda la investigación y el estudio de caso es la clave para obtener la información que aborda la interrogativa de la investigación.

Técnica

Para recabar la información necesaria y halla forma de avalar que es verídica dentro un trabajo de investigación, enfatizando la finalidad de la misma, esta recopilación de información que se emplea con una o más técnicas se puede definir como: recursos disponibles para un investigador, que le permiten obtener datos e información. Las técnicas no garantizan por sí mismas que la interpretación o las conclusiones obtenidas sean correctas. Para esto último es necesario que la técnica se aplique en el marco de un método (Equipo editorial, Etecé, 2022).

Para realizar la investigación, una vez se analiza se determina las técnicas que mejor se adecuan al estudio de caso que se aborda en este trabajo, se utilizaran tres que tienen como finalidad de abarcar más información desde diferentes ángulos y de esta manera sea posible, abordar la investigación de manera integral.

Por tanto, las técnicas seleccionadas son: entrevistas de salida, encuestas y observación. La observación: es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos (L. Díaz, 2010)

En caso de la encuesta se puede definir como: técnica de investigación se caracteriza por utilizar una serie de procedimientos estandarizados, a partir de cuya aplicación se recogen, procesan y analizan un conjunto de datos de una muestra estimada como representativa de una población o universo mayor, al cual se extrapolarán los resultados que de ella se obtengan (J. Castro, 2023).

Por último, la entrevista de salida que bien puede ser solo oral o bien escrita, en este caso se aplicará un formato que el personal deberá ser respondido para aquellos colaboradores que decidan abandonar la empresa, a su vez es importante la parte oral y el dialogo para conocer porque dicho miembro se va y señalar las áreas de oportunidad de la empresa.

Al cano de la investigación se tendrán en cuenta los resultadas de las tres para utilizar la mayor cantidad de información, elaborar un resumen de los tres donde la información ya esté bien permeada para plasmar en dicha investigación.

Las técnicas serán aplicadas con el personal operativo de Komex III, solo para el personal sindicalizado, que es donde el índice de rotación se encuentro más alto, y desde distintos ángulos se dictaminara dichos factores que influyen en la rotación para el personal de la planta.

Conclusiones y Recomendaciones

La presente investigación aborde las distintas teorías humanistas que tienen relación con la rotación del personal, ya que en base a lo anterior se entiende que para cualquier organización al estar expuesta no debe tener un alto índice ya que esto puede generar distintas bajas para la empresa, sin embargo, en esta investigación se aborda la relación entre dicha problemática y su relación con la satisfacción, motivación y el ambiente laboral, donde podemos concluir que efectivamente tiene una influencia significativa en el área de producción, en el caso del salario se puede solucionar generando una propuesta de aumento para los trabajadores, según los recursos de la organización.

Sin embargo, el desarrollo personal, el trabajo en equipo, las relaciones interpersonales que se traducen de forma general construyen el ambiente laboral son medidas que, si pueden ser abordadas, para la mejora de la organización y nivelar dicho índice de rotación.

Con las técnicas aplicadas en la organización kostal mexicana se espera poder identificar los factores que generan el caso de estudio, donde se pueda valorar los comentarios que más se repiten considerando dichos patrones valorando los casos que sean válidos y viables, puesto que se deben analizar de forma objetivo para determinar dicho factor de forma concisa.

Así mismo se espera que el resultado de los instrumentos para recopilar información sean la base, para que en el futuro se pueda elaborar en base a ello una propuesta de mejora para abordar dichos factores, ya que se dice que identificar el problema es el 50% para resolver, puesto que puede haber distintas especulaciones referente a lo que propicia la rotación, en base a distintos comentarios, puesto que es muy fácil caer en una hipótesis que pueda generar cada colaborar en base a su experiencia, por ello es importante este tipo de investigaciones que lo identifiquen de forma certera una vez que se aplican las técnicas que brindaran la información y se realizar un análisis concreto y preciso.

Referencias

Ana Martinez. Universidad Externado De Colombia Facultad De Ciencias Sociales Y Humanas Maestría En Gestión Social Empresarial Bogotá, D. C.Incidencia De La Satisfacción Laboral En La Rotación De Personal Del Registro Nacional De Avaluadores R.N.A. 2019. Retrieved October 9, 2023, from: https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/83f5ce9e-b46d-4378-b482-99c41e2523b7/content

Bernardo Brancato, Fernado Juri. ¿PUEDE INFLUIR EL CLIMA LABORAL EN LA PRODUCTIVIDAD?". Trabajo de investigacion. Universidad Nacional de cuyo. Retrieved October 9, 2023, from: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4936/brancato-puedeinfluirclimalaboralenlaproductividad.pdf

Chavez, C. M. (2021, March 12). Clima laboral en las organizaciones (página 2). Monografias.com. https://www.monografias.com/trabajos71/clima-laboral-organizaciones/clima-laboral-organizaciones2

De Licenciado en Administración, T. P. O. el T. P. (n.d.). La Relación Entre La Rotación De Personal Y El Clima Laboral Del Personal Operativo En Una Empresa Retail, Lima 2019. Edu.Pe. Retrieved October 9, 2023, From https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4c03a513-ab29-4bf8-9d6c-e50bddab1a65/content

De personal como un eletnento laboral, L. R. (n.d.). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN*. Uanl.Mx. Retrieved October 9, 2023, from https://eprints.uanl.mx/1718/1/1020154556.PDF

De personal. En adición se estudió la, R. E. el P. E. se D. L. F. Q. O. la R. de P. en las E. M. S. I. la R. E. R. de P. e. I. L. E. el E. Q. T. la B. R. en la R. del P. y. se A. C. A. la S. I. y. la M. en la R., Biológicas, I. Q. T. las, & de personal., las B. S. y. las B. P. M. P. en la R. (n.d.). Flores, Roberto., J. L. Abreu y M. H. Badii. Spentamexico.org. Retrieved October 9, 2023, from http://www.spentamexico.org/v3-n1/3(1)%2065-99.pdf

Gabriela Grijalva, L., & En Administración, M. (n.d.). CAPÍTULO 2: ROTACION DE PERSONAL 2.1 Teorías sobre la Rotación de personal. Uson.Mx. Retrieved October 9, 2023, from http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20755/Capitulo2.pdf

Lidia Diaz Sanjuán. 2010. Universidad Nacional Autónoma De México Facultad De Psicología División De Estudios Profesionales Coordinación De Psicología Clínica. La Observación, Disponible: https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf

Macluf, J. E., Beltrán, L. A. D., & González, y. L. G. (n.d.). El estudio de caso como estrategia de investigación en las ciencias sociales. Www.Uv.Mx. Retrieved October 9, 2023, from https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/estudio2008-1.pdf

"Técnicas de investigación". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/. Última edición: 5 de mayo de 2022. Fuente: https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/#ixzz8FbZ816d9

María, G., & Bárcenas, A. (n.d.). FACULTAD DE POSTGRADO TESIS DE POSTGRADO. Unitec.edu. Retrieved October 9, 2023, from https://repositorio.unitec.edu/bitstream/handle/123456789/7959/11713316-11713342-octubre2018-m09-t.pdf?sequence=1&isAllowed=y

"Técnicas de investigación". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/. Última edición: 5 de mayo de 2022. Fuente: https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/#ixzz8FbZ816d9

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (n.d.). Boletín científico de ciencias económico administrativas no.3. Edu.Mx. Retrieved October 9, 2023,from: https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icea/n3/e1.html

Televisión y estereotipos de género en la mujer cadereytense

Autora: Lorena Guadalupe Olvera Reséndiz
loreolveraresendiz@gmail.com
Asesor: Erick Daniel Cruz Mendoza
cm.erick18@gmail.com
Universidad Autónoma de Querétaro

Resumen
El presente trabajo tiene como objetivo conocer el papel que desempeñaron los comerciales de la televisión mexicana en la reproducción de estereotipos y roles de género alrededor de las mujeres en Cadereyta de Montes, Querétaro, durante la segunda mitad del siglo XX.
La perspectiva de la investigación es cualitativa y el método de corte biográfico. Se emplean las técnicas historia de vida y análisis de contenido. En cuanto a las herramientas, destaca el uso de entrevistas cualitativas y bitácoras de registro de frecuencias. La primera tiene como propósito conocer los testimonios de una mujer que vivió en el periodo señalado y la segunda identifica patrones en los comerciales que circulaban en la televisión durante dicha época.
Los resultados muestran que, en la televisión, al ser uno de los medios más consumidos de la época, los contenidos fungían como un referente de entretenimiento y educativo. Por lo que, el mostrar contenido plagado de estereotipos y roles de género, no solo favorecía la normalización de estos, sino que además promovía un modelo de vida al cual aspirar por parte de las mujeres.

Abstract
The objective of this work is to know the role that Mexican television commercials played in the reproduction of stereotypes and gender roles around women in Cadereyta de Montes, Querétaro, during the second half of the 20th century.
The research perspective is qualitative and the method is biographical. Life history and content analysis techniques are used. Regarding the tools, the use of qualitative interviews and frequency recording logs stands out. The first aims to know the testimonies of a woman who lived in the indicated period and the second identifies patterns in the commercials that circulated on television during that time.
The results show that, on television, being one of the most consumed media of the time, the content served as an entertainment and educational reference. Therefore, showing content full of stereotypes and gender roles not only favored the normalization of these, but also promoted a life model to which women aspire.

Palabras clave
Televisión mexicana, estereotipos, roles de género, mujeres, historia de vida.

Keywords
Mexican television, stereotypes, gender roles, women, life story.

Introducción
Los estereotipos y roles de género han estado presentes históricamente en la cotidianidad de las y los mexicanos, y representan una fuerte influencia en la construcción cultural de una sociedad.
En las últimas décadas, la palabra “género” (considerada hasta mitad de los años 50 como un sinónimo de sexo) ha sido resignificada gracias a los estudios y trabajos de distintos antropólogos, filósofos y especialistas en el tema como Judith Butler, Pierre Bourdieu o Marta Lamas.
Desde su nacimiento, hombres y mujeres son distinguidos en cuanto a sexo, lo que significa que son biológicamente diferentes. En este sentido, el sexo es universal e inmodificable. Por otro lado, el género se define como el “conjunto de prácticas, creencias, representaciones y prescripciones sociales que surgen entre los integrantes de un grupo humano en función de

una simbolización de la diferencia anatómica entre hombres y mujeres" (Lamas, 2000, p.3).

Partiendo de este supuesto, la cultura juega un papel fundamental dentro del análisis del género, ya que en esta se determinan una serie de prácticas sociales que van desde el ejercicio de poder, hasta la división del trabajo, los roles que desempeñan ambos sexos, las prácticas rituales, así como características "exclusivas" (Lamas, 2000), ya sean morales, afectivas, o psicológicas, que son atribuidas por el simple hecho de ser hombre o mujer.

Esta dicotomía expresada en lo masculino y lo femenino establece estereotipos que condicionan las acciones de hombres y mujeres, y que además limitan sus potencialidades humanas y les obligan a comportarse de acuerdo a lo que es *propio* de cada género.

Por esta razón es importante estudiar ambos conceptos, ya que influyen no solo en el pensamiento, sino también en el comportamiento y los sentimientos de hombres y mujeres en contextos sociohistóricos particulares.

La influencia de la televisión mexicana en la segunda mitad del siglo XX

Desde su llegada en la década de 1950 hasta la actualidad, la televisión mexicana ha formado parte de la cotidianidad de los mexicanos como una herramienta informativa y de entretenimiento, convirtiéndose en un medio con gran influencia en la reproducción de estereotipos sexistas, roles de género, creencias, ideologías y otros constructos sociales.

Aunque no se tiene registro del consumo de televisión en México de las décadas de los sesenta, setenta y ochenta, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) indicó que el 95% de los mexicanos acostumbraba ver televisión en los años noventa, a través de las televisoras Televisa y TV Azteca, las cuales captaban la atención de su audiencia y la participación en el mercado, sobre todo con programas de entretenimiento (Gómez, 2008).

Para el año 2000, más de 20 millones de viviendas contaban con televisión, lo que significa que la mayor parte de los mexicanos estaban expuestos a sus contenidos (Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, 2000).

Al ser un medio de comunicación, la televisión funge también como una herramienta de publicidad que tiene como objetivo persuadir a las audiencias a través de ideas y emociones para adquirir productos y servicios, por lo que en varias ocasiones se hace referencia a la cultura mexicana, con la finalidad de que el consumidor se sienta identificado.

Esto conlleva a la legitimación de valores y conductas que son un reflejo de la sociedad machista y misógina, a través de las cuales se reproducen aquellos estereotipos y roles de género que encasillan a la mujer a un determinado modo de ser y actuar.

Lo anterior ocurre porque "la publicidad no es conducta ni actitud, es ideología. La transmisión de esta ideología determina el proceso de estereotipia publicitaria del género femenino, por lo cual el estereotipo publicitario es símbolo del sexismo" (Sendón de León, 2001, p.3).

Estas representaciones e idealizaciones en torno a la mujer construyen imaginarios sociales que les generan aspiraciones y deseos que la mayoría de las veces se encuentran fuera de sus posibilidades. Esta situación representa una problemática en los estudios históricos y de la comunicación que ha sido poco abordada en el país y menos en zonas rurales, como es el caso de Cadereyta de Montes, municipio donde vivo y escribo esta investigación.

Cadereyta de Montes pertenece al semidesierto queretano y es considerado pueblo mágico. Sin embargo, a pesar de ser el municipio más extenso de los que conforman el estado, no cuenta con un archivo histórico propio. Lo cierto es que en la actualidad no existen estudios de género que estén directamente relacionados con sus habitantes desde la disciplina de la comunicación.

En este sentido, la pregunta de investigación es: ¿cuáles son las relaciones entre el consumo de televisión mexicana y la reproducción de estereotipos y roles de género en la mujer cadereytense durante la segunda mitad del siglo XX?

De manera particular me pregunto: ¿cuáles eran los estereotipos y roles de género que giraban en torno a la mujer de Cadereyta de Montes?, ¿qué papel

desempeñaba la mujer cadereytense en el seno familiar, así como en su vida laboral y social? Y ¿cuáles eran las formas en que se hacían presentes los estereotipos y roles de género (que reproducían los comerciales de televisión mexicana) en la vida de la mujer cadereytense?

En consecuencia, el objetivo de la investigación es identificar relaciones entre el consumo de la televisión mexicana y la reproducción de estereotipos y roles de género en la mujer cadereytense durante la segunda mitad del siglo XX.

La relevancia social de este trabajo radica en que, a partir de los resultados que se obtengan, es posible dar cuenta de un fenómeno que no ha sido explorado en el municipio de Cadereyta de Montes, por lo que la presente investigación es pionera en el estudio del género en la entidad.

Además, el valor metodológico recae en la utilización del método biográfico para obtener el testimonio de Rosenda Alvarado Barajas, una mujer que ha sido testigo de los acontecimientos que han marcado la historia de una localidad rural, por lo que serán sus experiencias, recuerdos y percepciones los elementos que servirán para exponer la presencia de estereotipos y roles de género en la cotidianidad cadereytense a través de los años.

Metodología

La perspectiva es cualitativa, que se define como "el conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo "visible", lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos" (Hernández-Sampieri *et al.*, 2010, p. 9).

Esta permite estudiar un fenómeno social desde la perspectiva individual, ya que desde la vida de una persona es posible que se abran campos de conocimiento que muestren el contexto histórico, social y cultural de un grupo social, en este caso, las mujeres de Cadereyta de Montes.

Al ser un tipo de investigación centrada en la interpretación del mundo, se pretende explorar toda aquello que rodea al individuo, profundizar en los aspectos que conforman su identidad, desde sus experiencias y opiniones, hasta su percepción de la realidad, entre otros. En añadido, el método biográfico "permite al investigador identificar modos de ver, marcos de referencia y por ende rescatar las experiencias, vivencias y saberes como formas de aproximarse a la realidad y como aporte hacia la descolonización de la mirada de otro" (Bianco, 2012, citado en Benavides, 2017, p. 40).

Al respecto, las historias de vida abren un portal con acceso a momentos históricos en los que se puede indagar sobre la cultura, normas y valores de una sociedad, desde una perspectiva única e irrepetible, pues se trata de la trayectoria de un sujeto determinado (Mallimaci y Giménez, 2006).

Además, representan un reflejo de la cotidianidad de una época y una comunidad determinada. Es por ello que al estudiarlas hay elementos que son imprescindibles en su análisis, entre los que se encuentra el tiempo histórico en el que se desarrolla, el ambiente del lugar; es decir, la dimensión espacio-temporal, los diferentes entornos en los que se desenvuelve el sujeto, aquellos momentos que son cruciales en su vida y la transición a estos, así como el interior de su ser: ideologías, modos de percibir la vida, decisiones, etc.

En este sentido, el aporte de este trabajo radica en situar la discusión de los medios de comunicación y la construcción de estereotipos y roles de género en esta localidad. Para ello, fabrico la historia de vida de Rosenda Alvarado Barajas, mi abuela, una mujer de 77 años que ha vivido la mayor parte de su vida en Cadereyta de Montes.

Aceptando las críticas de la elección del caso, esta decisión se debe a varios factores: primero, la confianza para expresar sentimientos y emociones sobre el tema; segundo, el conocimiento y la memoria de Rosenda, quien además identifica a la mayoría de las familias cadereytenses; y tercero, porque ha sido testigo de la historia del municipio a través de los años.

De estos factores se deriva la importancia de estudiar este fenómeno desde sus diferentes aristas: el contexto histórico, su presencia en los medios de comunicación (publicidad televisiva) y el testimonio de quien ha sido testigo de la misma (historia de vida).

También es importante destacar que son pocos los trabajos que exploran el método biográfico en la

comunicación, entre estos se encuentra el de Padilla de la Torre (2016), Yah Santana (2020) y Cruz-Mendoza y Aguilar-Herrera (2021), ya que el enfoque suele ubicarse en trabajos de índole histórico, antropológico y psicológico.

En cuanto a los instrumentos, la principal herramienta que se utilizó fue la entrevista cualitativa, entendida como "una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)" (Hernández-Sampieri *et al.*, 2010, p. 418). Esto con la finalidad de conocer la historia de vida del sujeto a estudiar.

De igual forma, se realizaron once sesiones con la entrevistada, en las cuales se fue conociendo poco a poco cada etapa de su vida y la manera en que la televisión se hizo presente durante esta.

Por otro lado, para el análisis de los comerciales se empleó la técnica del análisis de contenido, la cual "permite investigar el contenido de las "comunicaciones" mediante la clasificación en "categorías" de los elementos o contenidos manifiestos de dicha comunicación o mensaje" (Aigeneren, 1999, p.4). Esta técnica es común en los estudios de comunicación, educación, mercadotecnia, entre otros.

Este tipo de análisis puede ser tanto cuantitativo como cualitativo. En este caso, se empeló el segundo, que de acuerdo con Arbeláez y Onrubia (2014) tiene como objetivo "verificar la presencia de temas, palabras o de conceptos en un contenido y su sentido dentro de un texto en un contexto" (p.19).

Para el registro y clasificación de los comerciales se utilizó la bitácora de análisis, la cual "sirve para asegurar la aplicación coherente de las reglas emergentes que guían la generación de categorías y sus definiciones, así como la asignación de unidades posteriores a las categorías que ya surgieron" (Herández-Sampieri *et al*., 2010, p. 455).

Esta bitácora se dividió por años y en los apartados de: categoría del comercial, temática, estereotipos y roles de género, y ambiente en que se desarrolla el comercial. Cabe señalar que estas categorías son resultado de la revisión de la literatura.

Se observó un total de 75 comerciales de Televisa de la segunda mitad del siglo XX (15 de cada década), los cuales fueron seleccionados a partir de una muestra no probabilística, disponibles en YouTube y pertenecientes a distintas temáticas (alimentos, productos de belleza, medicina, productos de limpieza, bebidas alcohólicas, ropa, etc.), cuya duración no excedía el minuto; en estos se analizó la presencia de los estereotipos y roles de género: mujer sumisa, mujer madre, mujer delicada/sensible, mujer ama de casa, mujer callada, mujer bella, mujer noble, mujer sexualizada, mujer celosa y mujer ignorante.

En este sentido, lo que la investigación pretende aportar es, en primer lugar, una perspectiva histórica, social y cultural de vida cotidiana en el Cadereyta de Montes de la segunda mitad del siglo XX. Esto resulta valioso, ya que es muy poca la información existente al respecto. Por otro lado, partiendo del auge que tuvo la televisión mexicana en sus inicios, se propone hacer un análisis crítico del papel que jugaba dicho medio en la reproducción de estereotipos y roles de género en el municipio. Lo anterior con base en el caso específico de la vida de Rosenda Alvarado Barajas.

Resultados

Historia de doña Roo

Nacida en La Encantada Saltillo, Rosenda Alvarado Barajas, o como a ella le gusta que le digan "doña Roo", llegó a Cadereyta de Montes a los quince años de edad, cuando conoció a su compañero de vida, Armando Olvera Vega.

Desde su llegada, Rosenda nunca tuvo permitido salir de la casa de Armando, pues la familia de su pareja consideraba que era demasiado bonita, por lo que cualquier hombre que la viera podría convencerla de dejar su vida para irse a vivir con él.

Solo había dos momentos en los que se le permitía salir a Rosa: cuando acompañaba a su suegra a vender comida y cuando quería ver la televisión, siempre acompañada de Armando, "su tesoro".

> Le decían a una señora: la tiñona y tenía una televisión chiquita y cobraba veinte pesos la entrada, y ahí íbamos a ver las series esas de Kojak, ahí vi Marcelino pan y vino. En esa televisión vimos películas viejísimas, porque no había otra (televisión), ahí sí me

> dejaban ir… con mi Armando. (Rosenda Alvarado Barajas, comunicación personal el 12 de junio de 2023)

Fue en esa pantalla y entre comerciales en donde Rosenda poco a poco se convirtió en observadora de algunos estereotipos y roles de género que se reproducían a cada momento.

> En mis tiempos la mujer era la amolada, el hombre era el que mandaba, era al que se le servía y pues sí, tenía uno que servirle al hombre, definitivo. Mas antes, nosotras éramos la mujer, la esclava, la sirvienta, la… todo. Y así nos veíamos en la televisión también… Cuando uno veía esas mujeres bien arregladitas, con la familia perfecta y el esposo contento, pues para uno eso era lo máximo. (Rosenda Alvarado Barajas, comunicación personal el 13 de junio de 2023)

Algo que Rosa tiene muy presente es el momento en que Lolita Ayala comenzó a dar las noticias, pues recuerda que era muy criticada por ser mujer.

> ¿Cómo va a dar una mujer las noticias?, decían, pero ya el verla ahí te hacía pensar que tú también podías… Si de algo me arrepiento es de no haber estudiado. No, si yo debí de ser maestra, ya estaba todo arreglado, pero bueno, solo Diosito sabe, y mira gracias a Dios que me dio a mis hijos, que no los cambio por nada. (Rosenda Alvarado Barajas, comunicación personal el 13 de junio de 2023).

Los anuncios televisivos

Durante la segunda mitad del siglo XX, las principales categorías que predominaban en comerciales eran los alimentos, productos de belleza y limpieza; así como las bebidas alcohólicas (en especial la cerveza), las prendas y la medicina. Estos se desarrollaban mayormente en el interior y exterior de las casas, y en todos se contaba con la presencia de mujeres, misma en la que se hacían presente los estereotipos y roles de género en todo momento.

Como se observa en la Tabla 1, correspondiente a la década de 1960, se mostraba a la mujer sumisa principalmente en los comerciales de bebidas alcohólicas y medicina, en los que cuales la mujer obedecía al varón sin cuestionar sus acciones.

Tabla 1. Bitácora de registro de comerciales

Dura-ción	**Categoría del comercial**	**Temática**	**Estereoti-pos y roles de género**	**Ambiente en el que se desarrolla el comer-cial**
23s	Bebidas alcohólicas	Cerveza corona de barril	1, 4, 6	Dentro de una casa
34s	Medicina	Tabletas “Philips” para combatir acidez estomacal	5, 6	En un restaurante y en la calle
20s	Productos de belleza	Jabón “lux”	3, 5, 6	En un baño y en un restaurante
17s	Alimentos	Nescafé	5, 6, 8	En un jardín
25s	Alimentos	Leche Carnation Clavel	2, 4	En el patio de una casa
31s	Medicina	Sonrisal, pastilla eferves-cente	1, 3, 6	En el interior de una casa
20s	Aparatos electrodomésticos	Plancha General Electric	5, 9	En el interior de una casa
32s	Productos de belleza	Crema Hinds	6, 8	En la playa
30s	Productos de limpieza	Jabón “Avivex”	4, 7	En el interior de una casa
30s	Productos de belleza	Crema “ponds”	3, 6	En el interior de una casa
30s	Alimentos	Mayonesa “Craft”	1, 4	En la cocina
28s	Aparatos electrodo-mésticos	Lavadora “Mabe”	3, 4, 6	En el interior de una casa
1 min	Productos de limpieza	Jabón “Fab”	2, 4	En el lavadero de una casa
1 min	Productos de limpieza	Cloralex	2, 4	En un jardín

30s	Prendas	Zapatos “Can can Canadá”	6, 8	Exterior/ campo de fútbol

Fuente: elaboración propia.

Nota: los estereotipos y roles de género corresponden a los siguientes números: 1, mujer sumisa; 2, mujer madre; 3, mujer delicada/sensible; 4, mujer ama de casa; 5, mujer callada; 6, mujer bella; 7, mujer noble; 8, mujer sexualizada; 9, mujer celosa; y 10, mujer ignorante.

Asimismo, las mujeres eran madres en los comerciales de alimentos y productos de limpieza, cuyo mensaje estaba encaminado a mostrar a la mujer como la persona encargada de solucionar los problemas de higiene dentro del hogar, y la única responsable de que la comida estuviera perfecta al momento de que el marido volviera del trabajo.

Por otro lado, también se exhibía a la mujer delicada o sensible en comerciales acerca de medicamentos, aparatos electrónicos y productos de belleza, en donde se hacía referencia a la necesidad de que las mujeres fueran sofisticadas, lucieran una piel perfecta y solicitaran ayuda en tareas que “no son propias de la mujer”, como el arreglo de electrodomésticos.

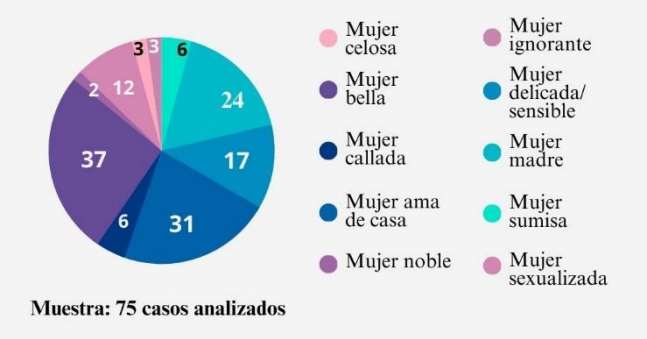
Además de esto, en la mayoría de los anuncios se refería a la mujer como ama de casa, es por ello que estos comerciales eran grabados en el interior o exterior del hogar. A este respecto, es importante destacar que, a diferencia del hombre, en ningún momento se mostró a la mujer en el ámbito laboral, científico e incluso social, entre otros.

En el caso del estereotipo de “mujer callada”, algo que resulta sorprendente es que había comerciales en los que la mujer salía todo el tiempo sin siquiera decir una palabra, como si solo fuera un adorno más.

Lo anterior hace referencia al estereotipo de la “mujer bella” que aparece en casi todos los anuncios, los cuales se enfocan en resaltar los atributos de la mujer, e incluso en demostrar que la presencia de una mujer estética, arreglada y maquillada naturalmente vale más que la de una mujer que no cumple con estas características.

Por otro lado, los estereotipos de “mujer noble”, “mujer sexualizada” y “mujer celosa” solo aparecen en cuatro anuncios, dentro de los cuales se muestra a la mujer de tres maneras diferentes: como un ser incapaz de enojarse, como un objeto sexual y como rival de otras mujeres.

Gráfica 1. Estereotipos y roles de género en la televisión mexicana durante la segunda mitad del siglo XX.



Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la Gráfica 1, los patrones que más se repiten en los 75 anuncios analizados son los de: mujer bella (37), mujer ama de casa (31), mujer madre (24) y mujer delicada o sensible (17).

Discusión y conclusiones

Es evidente que en la mayoría de los comerciales que se transmitía en la televisión mexicana durante los años de 1960-2000 predominaba el uso de estereotipos y roles de género, los cuales eran totalmente normalizados en dicha época.

De manera general, es posible dar cuenta de la carencia de mujeres profesionistas, con carácter y lideresas en los anuncios de televisión. Asimismo, resulta increíble cómo a pesar de la temática y la corta duración de estos comerciales, en todos se presenta por lo menos un estereotipo o rol de género.

Lo anterior se puede ver reflejado en la historia de vida de Rosenda Alvarado Barajas, una mujer cadereytense cuyo testimonio da cuenta de lo que representaba la televisión durante las décadas que aborda el presente estudio.

De acuerdo a las entrevistas, la televisión era uno de los medios de comunicación y entretenimiento más consumidos de la época, del cual las audiencias no solo

aprendían lo que veían, sino que también lo aplicaban en su vida diaria.

Aunque en este caso particular la entrevistada no tenía acceso a la televisión todo el tiempo, sino únicamente en momentos específicos del día, lo cierto es que cuando sí tenía acceso era inevitable no prestar atención a cada detalle, cada mensaje y cada imagen que era transmitida, ya que además para poder verla tenía que pagar una cuota a su vecina, quien era una de las pocas personas en Cadereyta que contaba con televisión.

Además, a lo largo de las entrevistas se hizo hincapié en lo mucho que se valoraba la televisión al grado de verla incluso como un modelo de aspiración, por lo que no se cuestionaba su contenido.

En ese mismo hilo, los estereotipos y roles de género que giraban en torno a la mujer cadereytense en dicha época, y a los cuales se pudo acceder través del testimonio, son prácticamente los mismos que se presentaban en la televisión.

A lo largo de esos años, Rosenda siempre tuvo que mantenerse sumisa y obedecer a su marido en todo momento. En su cotidianidad, laboraba en el ámbito doméstico y siempre soñó con estudiar una carrera, pero desafortunadamente no lo hizo.

De igual manera, siempre se mantuvo callada y obediente a las órdenes de cualquier persona de la familia de su esposo, quienes le prohibían salir y establecer relaciones interpersonales por miedo a que ella decidiera irse con alguien más pues consideraban que "las muchachitas bien no tienen que andar haciendo nada en la calle".

Asimismo, nunca contradijo ni cuestionó a su marido, pues no le gustaba discutir. Y, aunque durante muchos años se dedicó a servir a la familia de su esposo (siendo humillada en algunas ocasiones), con el tiempo pudo poner un restaurante que le permitió no depender económicamente de nadie y, sobre todo, disfrutar su labor.

Al platicar su testimonio, sin percatarse, Rosenda dio a conocer cómo aquello que veía en la televisión también se reflejaba en su realidad, ya que en algún momento de su vida ella pensó que jamás tendría la posibilidad de ser algo más que un ama de casa, y cuando lo logró, tuvo su negocio y construyó una familia, también se enfrentó al tema de la maternidad, pues su esposo se negaba a que ella utilizara anticonceptivos, ya que para él eso significaba que estaba interviniendo en un proceso natural.

Esto muestra que las decisiones de su vida siempre se vieron permeadas por los estereotipos y los roles de género, por lo que se decía que hacía a una buena mujer y por aquellas labores que se consideraban propias o no de la mujer, tanto en el seno familiar como en el ámbito laboral y social que se desarrollaba en la segunda mitad del siglo XX en Cadereyta de Montes.

Referencias bibliográficas

Aigneren, M. (1999). Análisis De Contenido. Una Introducción. *Revista La Sociología en sus Escenarios*.

Arbeláez, M. y Onrubia, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(23), 14-31.

Benavides, J. (2017). El enfoque biográfico como estrategia metodológica de investigación. *Revista Científica de Investigación Educativa*, 36-41.

Cruz-Mendoza, E. y Aguilar-Herrera, M. (2021). Una metodología para indagar el acceso, uso y apropiación de las tecnologías digitales en la trayectoria educativa de estudiantes universitarios. En A. Barrales, R. Espinosa y F. Ortíz (coords.), *Diálogos para la investigación en comunicación, educación y tecnologías* (pp. 30-40). Ciudad de México: Comunicación Científica.

Gómez, R. (2008). Políticas e industrias audiovisuales en México. Apuntes y diagnóstico. *Comunicación y Sociedad*, 10(10), 191-223.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta Edición. McGraw-Hill.

INEGI. (2000). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2000. Características de las viviendas por niveles de ingreso de su(s) hogar(es).

Lamas, M. (2000). Diferencias de sexo, género y diferencia sexual. *Cuicuilco*, 7(18).

Mallimaci, F. y Giménez, V. (2006). Historias de vida y método biográfico. En I. Vasilachis, (coord.). *Estrategias de investigación cualitativa* (pp. 175-212), Barcelona: Gedisa.

Padilla de la Torre, M. (2016). Espacio biográfico y cotidianidad tecnológica entre jóvenes. En A. Cruz-Manjarrez, M. Chávez y A. Zermeño (Coords.), *Los jóvenes en el mundo actual. Deconstrucción de las nuevas realidades* (pp. 281-307). México: Universidad de Colima.

Sendón de León, V. (2001). *Género y Comunicación, Red Internacional de Mujeres de la Comunicación, ¡Publicidad! La imagen de la Mujer en la publicidad y su influencia en los medios de comunicación*. Barcelona: AMECO.

Yah Santana, M. (2020). Incorporación de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje en escuelas secundarias.

Ixaya. *Revista Universitaria de Desarrollo Social*, 10(19), 101-120.

Estudio etnográfico y socioespacial en las intersecciones de la Av. 5 de Febrero.

Andrea Macías Pérez, Itzel Aracely González Rojo, María Elena Díaz Gutiérrez, Leslie Guadalupe Lázaro Evaristo, Krishna Alexis Hernández Olguín.

Asesora: Dra. Arq. María Teresa Trejo Guzmán.

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Querétaro.

Email: l18140699 @queretaro.tecnm.mx

Resumen

La investigación se enfoca en el análisis socioespacial y de la forma urbana del Paseo 5 de Febrero con sus intersecciones de La Obrera, Av. Universidad, Carrillo, Av. Tlacote y la Calle I. Zaragoza en el municipio de Querétaro, México.

Como una respuesta al crecimiento de la ciudad, y la ineficiente capacidad y conectividad de la Av. 5 de Febrero, el Gobierno Estatal inicia en el 2022 con la reingeniería y construcción del ahora Paseo 5 de Febrero. Aunado a esto y de acuerdo a la Estrategia de Territorialización del Índice de Prosperidad Urbana de Querétaro (Q500), el crecimiento de la ciudad se ha dado en función del desarrollo económico y no en pro de la mejorar la calidad de vida, teniendo como resultado un territorio fragmentado, discontinuo y segregado.

A partir de esto, la investigación se apoya en dos herramientas de diagnóstico, el estudio etnográfico mediante entrevistas, observación participante y transurbancia y el software Depthmap X. La información recabada se desglosa y ordena por categorías, posteriormente se concentra en láminas diagnósticas, en donde los principales categorías que aparecen son: economía y comercio, perdida de la identidad; tradiciones y costumbres, deficiencias en movilidad, accesibilidad y transporte público.

Ante la necesidad de la reestructuración urbana, es importante acercarse a las personas, considerar sus opiniones y cultura pues son ellas quienes conocen y viven el espacio. La modificación del espacio debe ser en función de la mejora de la calidad de vida en igualdad de condiciones.

Abstract

The research focuses on the socio-spatial and urban form analysis of the Paseo 5 de Febrero with its intersections of La Obrera, Av. Universidad, Carrillo, Av. Tlacote and Calle I. Zaragoza in the municipality of Querétaro, Mexico.

As a response to the growth of the city, and the inefficient capacity and connectivity of Av. 5 de Febrero, the State Government starts in 2022 with the re-engineering and construction of the now Paseo 5 de Febrero. In addition to this, and according to the Territorialisation Strategy of the Querétaro Urban Prosperity Index (Q500), the growth of the city has been a function of economic development and not in favour of improving the quality of life, resulting in a fragmented, discontinuous and segregated territory.

Based on this, the research is supported by two diagnostic tools, the ethnographic study through interviews, participant observation and transurbanisation, and the Depthmap X software. The information collected is broken down and sorted by categories, then concentrated in diagnostic sheets, where the main categories that appear are: economy and commerce, loss of identity, traditions and customs, deficiencies in mobility, accessibility and public transport.

In the face of the need for urban restructuring, it is important to get closer to the people, to consider their opinions and culture, as they are the ones who know and live the space. The modification of space must be based on the improvement of the quality of life on equal terms.

Palabras clave

Identidad, forma urbana, segregación, etnocentrismo, vulnerabilidad.

Key words

Identity, urban form, segregation, ethnocentrism, vulnerability.

Introducción

La investigación tiene como objetivo general, analizar la forma urbana socioespacial en correlación a la construcción del nuevo Paseo 5 de Febrero, específicamente: realizar observación participante, estudiar y analizar la forma urbana mediante: transurbancia, recopilación de información cartográfica y análisis de las interfaces urbanas para los antiguos y nuevos cruces de Paseo 5 de Febrero con el software Depthmap X: Space Syntax.

Según el Q500, en Querétaro, la inversión en infraestructura se enfoca en la visibilidad de las acciones y no en incrementar la calidad de vida de las áreas más excluidas. Se manifiesta segregación socio-espacial, marginación sistemática de territorios y poblaciones, pues no se cuenta con instrumentos para incorporar la participación social. En este contexto, la ciudadanía ha tenido pocas oportunidades y condiciones para incidir en el proceso de toma de decisiones y participar de manera incluyente. Así mismo, el déficit de espacios, equipamientos y programas públicos focalizados a la problemática específica de las poblaciones marginadas, condicionan sus posibilidades para insertarse en ciclos virtuosos de prosperidad.

En función del cumplimiento de la Agenda 2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se promueven son: ciudades y comunidades sostenibles, el cual pretende lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Y la reducción de desigualdades, a partir de la inclusión social, la igualdad de oportunidades y reducción de la desigualdad de resultados.

Metodología

Ubicación.

El desarrollo de este proyecto se realiza en la Av. 5 de Febrero una de las vialidades principales de la Ciudad de Querétaro; cuyo recorrido abarca parte de las delegaciones Felipe Carrillo Puerto, Félix Osores, Epigmenio González y el Centro Histórico del municipio de Querétaro, ver Ilustración 1.

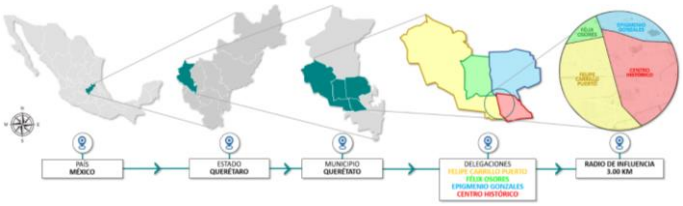


Ilustración 1. Ubicación, acercamiento a la zona de estudio. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

Los 5 cruces que se estudian durante la investigación son las intersecciones de la Av. 5 de Febrero con los accesos a: La Obrera, Carrillo, Universidad, Zaragoza y Tlacote, ver Ilustración 2.



Ilustración 2. Los 5 cruces de estudio en la Av. 5 de Febrero. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

Población o universo.

La población a la que será dirigida esta investigación será para transeúntes y comerciantes que hacen uso de la Av. 5 de Febrero y sus específicos cruces.

Tipo de estudio.

Esta investigación se enfoca en realizar una investigación descriptiva, analítica y cualitativa para efectuar un análisis etnográfico y socioespacial, de movilidad y accesibilidad en torno a los cruces mencionados.

Descripción de los instrumentos aplicados.

El Guion de entrevista permite un primer acercamiento a las diversas categorías encontradas en el desarrollo de la misma, derivadas de las obras en 5 de Febrero, tales como: movilidad peatonal y vehicular; problemáticas y opiniones; tradiciones y celebraciones; seguridad y transporte público, ver Ilustración 3.



Ilustración 3. Ejemplo del diagrama de aplicación del instrumento No.1 Guion de entrevista. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

Francesco Careri (2009), entiende como transurbancia el identificar las transformaciones urbanas en las ciudades. El andar se vuelve en un método el cual consiste en recorrer y atravesar un cierto territorio, entendiéndose como el arte que nos enseña la realidad de las ciudades. Es así que siguiendo esta metodología se hace etnografía en los cruces de estudio, aplicando así la transurbancia, ver Ilustración 4.



Ilustración 4. Diagrama aplicación del instrumento No.2 Transurbancia y Etnografía. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

El software Depthmap X es una herramienta interpretativa sustentada en la superposición de mapas apoyada con el software y la teoría del Space Syntax, esta herramienta nos permite presentar los niveles de conectividad por medio de la forma urbana que existen en las intersecciones de Av. 5 de Febrero, ver Ilustración 5.



Ilustración 5. Diagrama aplicación del instrumento No.3 Software Depthmap X. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

Procedimiento de recolección.

Se visitaron los cruces de estudio: La Obrera, Av. Universidad, Carrillo, Av. Tlacote y Calle I. Zaragoza con los instrumentos necesarios para recolección de insumos: se tomaron notas, fotografías y videos.

Posterior al estudio etnográfico, de acuerdo con la metodología de Dra. María Teresa Trejo Guzmán, los datos recopilados de las entrevistas estas se transcriben y se vacían en una Tabla de categorización etnográfica.

Mientras se hace transurbancia, se tomaban fotografías que permitieron enriquecer nuestro archivo personal del contexto urbano de los cruces. Se establecieron puntos en torno a las intersecciones para contabilizar el flujo vehicular y peatonal, es así que se tomaron videos durante 15 minutos para su posterior análisis.

Una vez teniendo la forma urbana y con el uso de software Depthmap X, se ingresan los planos antes de la intervención y la propuesta de Paseo 5 de Febrero para el análisis espacial, esta arroja los niveles de conectividad en la traza urbana, señalando con los colores más fríos menor relación espacial y, los colores más cálidos mayor relación espacial, es decir, mayor accesibilidad.

Procedimiento de análisis de la información.

Siguiendo la metodología de la Dra. Trejo, una vez que se tienen las entrevistas transcritas se definen las siguientes categorías gracias a lo dicho por los informantes: violencia, infraestructura, movilidad, cultura, tradiciones, comercio y economía, imaginarios sociales, seguridad, interacciones socioespaciales, imagen urbana, configuración del espacio, adaptación, memoria urbana, gentrificación, identidad, otredad, normalización, adicciones y particularidades; mismas que se ordenan en una tabla. También se indica en la tabla nombre, edad, y ubicación en donde se realizó la entrevista.

Trejo (2019) llama a este proceso “Tabla de Categorización”, la cual incluye los datos obtenidos en la investigación y ordenados por categorías. Las respuestas sobresalientes o de interés, se relacionan entre sí buscando las que se repetían con mayor frecuencia, esto con la finalidad de elaborar una lámina resumen de la categorización.

Se analizan los resultados obtenidos de la Tabla de Categorización para identificar y extraer aquellas cosas más importantes dichas por los informantes en cada categoría, elaborando con esto una Lámina etnográfica la cual muestra una transducción gráfica de lo dicho oralmente por los informantes en la realización de Etnografía (observación participante) identificando su categoría y ubicación donde fue realizada.

Con ayuda de los videos obtenidos de la movilidad. El flujo peatonal se contabiliza en: adultos mayores (66 años en adelante), adultos (30 – 65), jóvenes (12 – 29), familias, infantes (0-11). El flujo vehicular se contabiliza en: camiones de remolque, autobuses, pipas, camiones de carga, automóviles, motocicletas y bicicletas. Con estos datos se logra obtener un muestreo de los usuarios que transita más y cual menos en el cruce estudiado durante el horario matutino.

Con las imágenes obtenidas del software Depthmap X, se analizan los niveles de conectividad urbana para el antes y después de los cruces, haciendo un análisis de conectividad y accesibilidad, permitiéndonos saber el impacto que tendría la propuesta de Paseo 5 de Febrero y respondiendo a nuestras preguntas planteadas inicialmente ¿la propuesta resuelve los problemas de conectividad? ¿disminuirá el tráfico?

Resultados

Etnografía.

Los resultados presentados son parciales y de acuerdo a los objetivos planteados, se obtiene un diagnóstico previo respecto de los espacios vividos por los usuarios de la Av. 5 de Febrero y sus intersecciones resultantes de la aplicación de las herramientas ampliadas. Respecto a la visita de campo se observaron las carencias referentes a la infraestructura entre ellos; espacios públicos para recreación y ocio, servicios públicos como drenaje e iluminación, movilidad (transporte público, paradas de autobús y la conexión entre vialidades primarias, secundarias y terciarias).

En libro “La etnografía, método, campo y reflexibilidad” menciona que este método se basa en la experiencia del investigador y los investigados, mostrando un desafío a la universalidad de los grandes modelos sociológicos para dibujar la diversidad de las vivencias humanas relacionando las teorías antropológicas con las teorías nativas (Guber, 2011). Esta herramienta nos permitió reconocer los hábitos nativos, y como lo menciona la Dra. Tere (2020) en el artículo “A transdisciplinary alternative for Querétaro” pensar el espacio como un bien en común, implica tender puentes entre la historia, etnografía, sociología y forma urbana para una microcultura particular.

Por lo anterior, los resultados de la herramienta implementada se reflejan en la Ilustración 6 donde se aprecia una sección de la Tabla de Categorización correspondiente a la intersección de Carrillo con la Av. 5 de Febrero. La persona entrevistada con nombre Viridiana N., gerente de una tienda de conveniencia reconocida, proporciono información relevante respecto a su acontecer diario respecto a la investigación.

TABLA DE CATEGORIZACIÓN										
FECHA	DATOS ENTREVISTADO				CATEGORIZACIÓN					
CRUCE	Nombre	Edad	Ocupación	Dirección	MOVILIDAD	RELIGIÓN	CULTURA	TRADICIONES	Seguridad	COMERCIO Y ECONOMÍA
Carrillo Martes 04 abril 2023	Viridiana Galván	38 años	Dueña de OXXO	San Diego, Av. Felipe Carrillo Puerto 111, 76138 Santiago de Querétaro, Qro.	...si hay mucho niño, de hecho, ahí hay un coro que es de niños...	....Carrillo tiene muchas capillitas...cada una hacen fiesta, pero las fiestas fuertes son el 29 de septiembre y el 12 de diciembre, pero de ahí en fuera, casi todo el año es de fiestas... ...29 de septiembre, es el día de San Miguel Arcángel, que es el patrono de Carrillo, y el 12 de diciembre, pues el día de la Virgen de Guadalupe... ...desde el domingo, con el domingo de Ramos, toda la semana, o sea, hay diferentes actividades... ....nosotros le llamamos el templo grande. Ese es el de San Miguel....	... (convivencia) en general es buena, te digo sobre todo cuando hay este tipo de celebraciones, fiestas patronales y demás, los vecinos del barrio hacen las comidas, y después de las comidas hacen, los vecinos ponen "ay, yo pongo tal cosa", en San Antonio lo mismo...	....Carrillo tiene muchas capillitas...cada una hacen fiesta, pero las fiestas fuertes son el 29 de septiembre y el 12 de diciembre, pero de ahí en fuera, casi todo el año es de fiestas... ...29 de septiembre, es el día de San Miguel Arcángel, que es el patrono de Carrillo, y el 12 de diciembre, pues el día de la Virgen de Guadalupe... ...desde el domingo, con el domingo de Ramos, toda la semana, o sea, hay diferentes actividades...	...lo que pasa es más de todos los días, es el robo hormiga...Pero sí hemos tenido asaltos...no hay hora, en la noche, en la mañana, tarde... ...es una colonia donde hay mucho alcoholismo, eso es nuestro plus, es lo que más se vende...muchos compañeros, lo que hacen es cerrar y por ventanilla... ...cómo mejoraría Carrillo... te pudiera yo decir, que mandaran más seguridad, más patrullas...Tenemos que hablar a uno que tenemos, para denunciarlo, y ellos se ponen en contacto directo...	...lo que pasa es más de todos los días, es el robo hormiga...Pero sí hemos tenido asaltos...

Ilustración 6. Sección de Tabla de Categorización. Entrevista de Viridiana N. en intersección de Carrillo y Av. 5 de Febrero. Fuente: archivo personal, (abril, 2023).

Como se presenta en la imagen, la estrategia a sido resaltar de color rojo lo más relevante dicho por la persona entrevistada, así para entender qué sucede en estos espacios por las obras de la Av. 5 de Febrero, en cuanto a movilidad, seguridad, comercio y economía de los locatarios.

No solo se tocaron temas en las entrevistas de carencias o inseguridades, también sobre las riquezas que tiene Querétaro con sus festividades, cultura y tradiciones que se viven en zonas con antecedentes prehispánicos como es la intersección de Carrillo con la Av. 5 de Febrero, presentada en la Ilustración 7. Se

aprecia en la tabla que la categoría Religión es de suma importancia para los habitantes del lugar dado la recurrencia con la que es mencionada.

TABLA DE CATEGORIZACIÓN					
FECHA	DATOS ENTREVISTADO				CATEGORIZACIÓN
CRUCE	Nombre	Edad	Ocupación	Dirección	RELIGIÓN
Carrillo Martes 04 abril 2023	Viridiana Galván	38 años	Dueña de OXXO	San Diego, Av. Felipe Carrillo Puerto 111, 76138 Santiago de Querétaro, Qro.	....Carrillo tiene muchas capillitas...cada una hacen fiesta, pero las fiestas fuertes son el 29 de septiembre y el 12 de diciembre, pero de ahí en fuera, casi todo el año es de fiestas... ...29 de septiembre, es el día de San Miguel Arcángel, que es el patrono de Carrillo, y el 12 de diciembre, pues el día de la Virgen de Guadalupe... ...desde el domingo, con el domingo de Ramos, toda la semana, o sea, hay diferentes actividades... ...nosotros le llamamos el templo grande. Ese es el de San Miguel....

Ilustración 7. Entrevista de Viridiana referente a la religión en Carrillo en Tabla de Categorización. Fuente: archivo personal (abril, 2023).

Transurbancia.

Como ya se mencionó en el apartado del diagnóstico de los espacios y lo que se observó en el ejercicio de la transurbancia, Careri (2009) lo relaciona con el recorrido refiriéndose al acto de andar y como objeto arquitectónico es la línea que atraviesa el espacio, adjuntando que "recorrer la ciudad como una práctica para identificar las diversas identidades que lo integran", dándole el valor de andar sobre los espacios públicos, metropolitanos, con el fin de investigarlos y hacerlos visibles, buscando una correlación con el diseño para crear y construir humanamente. Se observó cómo la ciudad se mueve y se relacionan unos con otros, siendo una ciudad con dinamismo.

Como resultado de la etnografía y transurbancia, se hizo una lámina llamada Cartografía Social Integral de la Ilustración 8, realizada en cada una de las intersecciones analizadas de la Av. 5 de Febrero, y que como ejemplo se muestra de la intersección de Carrillo. Esta consiste en la ubicación de las entrevistas realizadas colocando un poco de lo que hablaba cada uno de los entrevistados y a qué categoría pertenecía de la Tabla de Categorización, además, para una mejor identificación, se realizaron bocetos de las personas. Esta lámina nos ayuda a identificar más rápido lo dicho por los entrevistados.

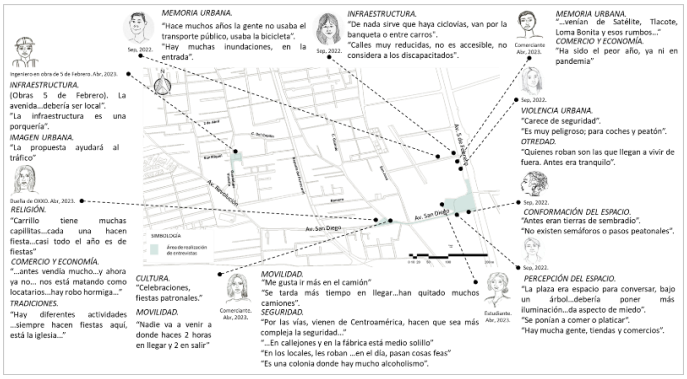


Ilustración 8. Lámina Etnográfica, Sep. 2022 y Abr. 2023. Representa lo dicho por los informantes. Fuente: archivo personal, (mayo, 2023).

Software Depthmap X.

Trejo (2019) menciona en su artículo "La forma urbana como herramienta interpretativa de vulnerabilidad espacio-cultural. Caso de estudio: Mercado "El Tepetate" que la forma urbana es considerada como una herramienta interpretativa, sustentada en la superposición de mapas históricos y apoyada con el software Depthmap X y la teoría del Space Syntax, Trejo cita a Bill Hillier (2007) donde aborda que al ser la arquitectura un arte social los edificios tienen fines sociales y por tanto, el contexto construido parece reflejar a la sociedad: "un edificio es una expresión de propósitos sociales, pero que no siempre es perceptible que, en cierto sentido, las formas son un producto del tiempo y el lugar" (Trejo, 2019, p. 469). El software Depthmap X desarrolla los análisis axiales basados en segmentos con análisis angulares, métricos y topológicos, permitiendo mostrar el movimiento humano y se puede presentar los niveles de conectividad por medio de la forma urbana (Hillier, 2007).

Para la resolución del software aplicado, no se mostrarán todas las intersecciones debido a lo extenso, sin embargo se enfocará en presentar el desenlace del cruce de Carrillo con la Av. 5 de Febrero. En la Ilustración 9 se observa la antigua intersección, la Av. 5 de Febrero en un radio de influencia de 1 km se encuentra con colores cálidos indicando una mayor conectividad en comparación con el resto de las calles, por la cuales se predomina las tonalidades frías demostrando una menor conectividad, es decir, que la Av. 5 de Febrero mantiene una buena conectividad con vialidades

cercanas a ellas pero conforme se va alejando de las demás vialidades empieza a perder conectividad.

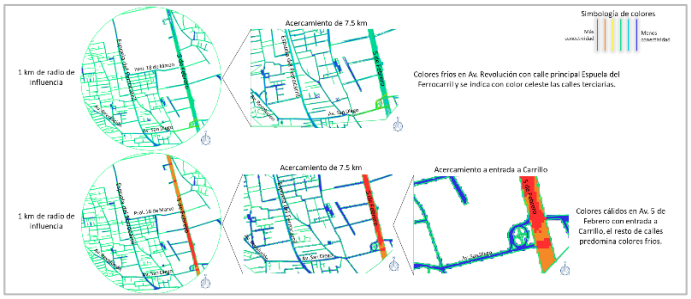


Ilustración 9. Niveles de conectividad para la antigua intersección de Av. 5 de Febrero y Carrillo. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

En la Ilustración 10 se expone los resultados que dio el software con la propuesta del gobierno para la intersección de Carrillo con el mismo radio de influencia, en ella se visualiza que los colores para la Av. 5 de Febrero son tonalidades frías en comparación con la antigua intersección, se mantiene en la vialidades los colores fríos, como fue el anterior caso pero también se observa que la Av. Espuela del Ferrocarril y Av. Revolución tiene mayor conectividad con las demás vialidades.

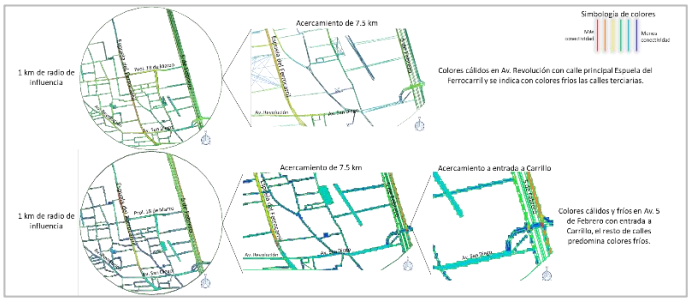


Ilustración 10. Niveles de conectividad para la nueva intersección de 5 Febrero y Carrillo. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

Con la comparación del análisis de conectividad de la antigua y nueva intersección de Av. 5 de Febrero podemos deducir momentaneamente que la rehabilitación de la avenida que el gobierno está implementado no impacta lo suficiente para lograr una mejora sobre la movilidad vehicular, si no, que existe la posibilidad de agravar la situación de la circulación, también es importante que a gran escala duranta la obra se ha hecho afectaciones en cuestión de la movilidad y conectividad.

En todas las demás antiguas intersecciones se dieron resultados parecidos al de Carrillo, indicando que la Av. 5 de Febrero mantenía hasta cierto punto una buena conectividad comparándolos con las nuevas intersecciones que puntualizan menos conectividad, reflejando que no existe un cambio.

En general se ha detonado con los resultados parciales las afectaciones económicas, de infraestructura, de movilidad y socioespaciales que está sufriendo las zonas cercanas a la Av. 5 de Febrero, manifestando que no se han hecho las consultas y estudios necesarios para realizar una buena propuesta sin perjudicar a los pobladores.

Discusión y Conclusiones

En la ponencia de Dra. Trejo con título “Modernidad específica y accesibilidad en Querétaro: Caso de estudio Carrillo” presentada en 21th International Conference Arquitectonics Mind, Land and Society en Barcelona, expone que la transurbancia permite explorar lo real y hasta sus contradicciones, como un “flâneur” (paseante o callejero) ocupado solamente en percibir. La transformación de la propuesta gubernamental en los cruces de la Av. 5 de Febrero debilita el tejido social.

A lo largo de la investigación realizada vemos una clara confrontación de lo que aún son hoy las colonias con su acceso hasta antes del inicio de la intervención e imágenes de la propuesta gubernamental de accesibilidad ya iniciada, y de la cual nos damos cuenta que no se pensó en la integración urbano-arquitectónica, no ven lo que la gente quiere a través de la consulta y la propuesta gubernamental de Paseo 5 de Febrero no considera la identidad barrial.

La etnografía en el diseño urbano es de suma importancia ya que esta nos brinda la oportunidad de acercarse a la realidad de los habitantes de la zona con el propósito de obtener información para cumplir con los objetivos de la investigación, y nos permite comprender e interpretar la realidad observada.

Justificando lo vivido por los que escriben, las entrevistas ejercidas aciertan con lo antes mencionado, y una de las varias preocupaciones son referente a las nuevas generaciones por cómo afrontarán estas carencias vividas, además de las

inundaciones que sufren las colonias en épocas de lluvia.

Es así que, de acuerdo a lo dicho por los entrevistados y realizando un análisis de movilidad vemos que con la propuesta gubernamental se excluye la ubicación de paradas del transporte originales, que no solo permiten tener cercanía con las colonias, si no que al cambiar la ubicación afecta directamente en algunas intersecciones en su economía, ya que las paradas se han convertido en puntos donde a su alrededor se desarrolla el comercio.

Las obras causaron problemas sociales impactando en la economía al estar cerradas las calles y principales vías de comunicación con la ciudad, el comercio se ve reducido y afectado por las nuevas obras y al iniciar casi al mismo tiempo o en relación con la pandemia, varios locatarios cercanos a la intervención de la Av. 5 de Febrero. A partir de lo dicho por los informantes se plantea las siguientes reflexiones en ámbitos que conciernen a lo urbano arquitectónico.

Zonas de comercio: existen tianguis y locatarios que han tenido que ser desplazados por la falta de ventas, afectando económicamente sus negocios y por consiguiente sus vidas. En el caso de algunos locatarios han tenido que transformar sus espacios para convertirse en comerciantes ambulantes o en el peor de los casos tener que cerrar sus negocios, un claro ejemplo es de una entrevista realizada en la intersección de la Av. Tlacote, al comerciante Gómez, donde nos hablaba de "*…no estamos ni al 40%...fue como un golpe de gracia, porque después de la pandemia empezamos a trabajar y a levantar de a poquitito, pero con esto se fue para abajo...Han sido muchos los negocios que se han ido…de hecho, ando viendo que si esto sigue igual voy a tener que cerrar...".*

Infraestructura – transporte: el transporte público ha sido uno de los protagonistas, ya que para solo pasar de un lado a otro de la Av. 5 de Febrero, es un traslado de mucho tiempo, por el gran tráfico que se genera debido a las nuevas obras, y que gracias a las entrevistas es un hecho. Con la señora Fernanda comerciante en la intersección Zaragoza nos comentaba que *"...luego si me hecho dos horas, tres horas…*", o como con Doña Fonseca en la Intersección La Obrera, mencionaba "*cuando había tráfico, era de las 7 a las 9 de la mañana, y en la tarde de 5 a 7. Pero ahorita es a todas horas, desde las 5 am ya hay mucho tráfico".* Es muy claro que es algo que se vive día a día últimamente, y por lo que se ha observado, existe mucha gente que opta caminar o andar en bicicleta para llegar a sus destinos, siendo incluso una práctica algo inseguro por la falta de vías.

Salud mental: no solo cambios físicos forzados del entorno han enfrentado los habitantes de estas intersecciones, sino que también ha afectado a la salud emocional, teniendo que mudarse de vivienda por los constantes ruidos durante de día como de noche. Por otro lado, en una de las entrevistas realizadas a una estudiante en Carrillo, mencionaba "*hay accidentes…he visto que se enojan, y un señor le dio un paro por el estrés del tráfico y porque se peleó con alguien...*".

Salud sanitaria: se habló de la salud mental, pero también ha impactado en la higiene de los habitantes, ya que el agua ha sido carente como se menciona en la entrevista a Erika de la intersección Zaragoza, nos mencionaba que *"ha fallado la luz y agua, hubo dos semanas que no hubo*".

Infraestructura - electricidad: así como se tienen problemas de agua, por consiguiente, se sufre de apagones esporádicos que duran de 4 horas o más al día, dañando a negocios que necesitan que sus productos sean refrigerados y por lo tanto, teniendo pérdidas materiales.

Inundaciones: se tienen antecedentes que antes de las obras de la Av. 5 de Febrero han sufrido inundaciones en épocas de lluvia, como en las intersecciones de La Obrera y Carrillo, y que incluso a Mariana, una comerciante entrevistada en la intersección de la Av. Tlacote, nos mencionaba algo particular que le pasó a ella*"...Hasta ahorita que hicieron su intervención, nosotros nos inundamos, todo…".*

Espacial: se conoció que por las constates vibraciones y las demoliciones de los anteriores puentes de la Av. 5 de Febrero, muchas viviendas fueron afectadas, teniendo grietas en sus paredes provocando un miedo a que pronto pudieran caerse. Un caso que conocimos fue el de Guadalupe, comerciante de una tienda miscelánea, ubicado en la intersección de la Av. Universidad, donde nos contaba cómo su local había sufrido daños físicos "*sí, por las vibraciones de sus máquinas las paredes ya están todas agrietadas, nos habían dicho que vendrían a ver qué hacer para repararlas, pero eso fue hace mucho*", y sin embargo, no han recibido ayuda para obtener un mantenimiento a estas afectaciones.

Con la herramienta interpretativa la teoría de Space Syntax y de análisis espacial multiplataforma del software Depthmap X, se destaca que la propuesta no soluciona los problemas de movilidad actuales, no considera la identidad barrial y al desplazar los comercios terminará afectando económicamente a los pobladores, sentimiento que los entrevistados ya manifiestan.

En la ponencia ya mencionada anteriormente, la Dra. Trejo (2023) presenta una confrontación entre lo que aún es hoy Carrillo con la propuesta de acceso por parte del gobierno, demostrando que esta no se diseñó considerando el contexto del lugar, es decir una modernidad no especifica.

Por lo que vemos es de suma importancia no implantar espacios que no respondan a las necesidades del lugar, sino más bien considerar una modernidad específica de la cual Trejo (2021, p.52) escribe de Josep Muntañola:

> "Lo que defino como modernidad específica contiene una actitud ante la arquitectura que se opone tanto a aceptar una historia y una tradición sin modernidad, como una modernidad sin historia ni tradición. […] es estrictamente necesario valorar la historia desde nuestra modernidad más innovadora, más reciente y más nueva".



Ilustración 11. La Confrontación. Fuente: archivo personal (mayo, 2023).

Creemos que incluso estas obras no consideraron algunos puntos propuestos en el Q500 y en los 17 objetivos para el desarrollo sostenible, ya que durante las obras mucha gente se quedó sin agua y luz, aumentó la inseguridad, el tráfico vial y la polución, hubo una reducción de comercio y empleo, muchas universidades tuvieron que suspender clases presenciales debido a que los estudiantes se quedaban atrapados en el tráfico por horas.

Es así que, concluimos que el nuevo Paseo 5 de Febrero no es suficiente para afrontar los problemas de movilidad, accesibilidad y desarrollo social, es importante para la gestión urbana tener en cuenta a las personas que habitan el lugar pues son ellas quienes nos brindan información de lo que se requiere.

La presente investigación se encuentra aún en desarrollo puesto que todavía queda estudiar el espacio desde el interior de cada colonia aledaña a la Av. 5 de Febrero.

Referencias bibliográficas

Careri, F. (2009). *Walkscapes; El andar como práctica estética.* Barcelona: Gustavo Gili, SL. Obtenido de Land&SapceSeries.

Gehl, J. (2006). *La humanización del espacio urbano.* Barcelona: Reverté.

Guber, R. (2011). *La etnografía; método, campo y reflexibilidad.* D.F., México: Siglo Ventiuno Editores S.A.

Hillier, B. (2007). *Space is the machine.* Inglaterra: UCL.

Muntañola, J. (2016). *Arquitectura y modernidad: ¿suicidio o reactivación?* Barcelona:

Universitat Politècnica de Catalunya, eBooks. Recuperado el junio de 2023

Pallasmaa, J. (2016). *Habitar*. Barcelona: Gustavo Gili.

Pineda, A. (2016). *Arquitectura popular mexicana; confrontación de identidades.* Guanajuato, México: Calygramma.

Trejo Guzmán, M. T. (2020). *A transdisciplinary alternative for Querétaro.* Italia: Maggioli Editore.

Trejo, M. T. (2019). *La forma urbana como herramienta interpretativa de vulnerabilidad espacio-cultural. Caso de estudio: Mercado "El Tepetate"*. Guadalajara, Mexico. Recuperado el 20 de julio de 2023, de https://riunet.upv.es/handle/10251/145460

Trejo, M. T. (27 de septiembre de 2021). *El Mercado de Querétaro. Una visión alternativa cronótopica desde el hoy y desde el lugar*. Obtenido de TDX. Tesis Doctorals en Xarxa: http://hdl.handle.net/10803/672696

Derechos humanos: análisis del acceso a la justicia en Pedro Escobedo.[1]

Abraham Atilano Hurtado[2] y Leonardo Senén Cabello Álvarez[3] (asesor). Facultad de Derecho, Universidad Autónoma de Querétaro. [2]abrahamliezt@gmail.com.
[3]leonardo.cabello@uaq.mx. ORCID ID 0000-0002-8961-5903.

Resumen

El presente escrito tiene como objetivos la identificación, análisis, explicación e interpretación de los factores que dificultan el acceso efectivo a la justicia y a la reparación integral del daño cuando se combaten violaciones a derechos humanos en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro. Para su pleno y efectivo desarrollo, se aplicó una metodología de naturaleza exploratoria-descriptiva y mediante la cual se emplearon técnicas de recopilación bibliográfica digital y física para la respectiva obtención de datos. Así mismo, se aplicaron indicadores específicos cuya contribución versó en la extracción de diversos resultados que adquirieron la calidad de hallazgos. Los cuales fueron clasificados en función de su naturaleza dimensional en la que se pudieron observar como obstáculos generales y específicos que dificultan los derechos de acceso efectivo a la justicia y a la reparación integral del daño en la hipótesis que se planteó. En ese sentido, los resultados señalaron la existencia de múltiples factores que afectan en forma directa e indirecta e inmediatamente la calidad de los derechos de acceso y reparación provocando que las violaciones a los derechos humanos no sean combatidas de manera eficiente y mucho menos sean reparados los daños que produjeron a través de los distintos mecanismos que se tienen para la defensa de tales derechos. Perpetrándose así la impunidad. Las conclusiones se tradujeron en la detección de 5 factores que afectan los estándares internacionales en que se debe de garantizar el acceso y reparación. Siendo estos de naturaleza geográfica, social, económica, institucional y jurídica.

Palabras clave: acceso efectivo a la justicia, derechos humanos, juicio de amparo, reparación integral del daño, violaciones a derechos humanos.

Abstract

This document encapsulates as objectives the identification, analysis, explanation and interpretation of the factors that hinder effective access to justice and comprehensive reparation of damage when combating human rights violations in the municipality of Pedro Escobedo, Querétaro. For its full and effective development, a methodology of an exploratory-descriptive nature was applied and through which digital and physical bibliographic compilation techniques were used to obtain the respective data. Likewise, specific indicators were applied whose contribution was in the extraction of various results that acquired the quality of findings. Which were classified based on their dimensional nature in which they could be observed as general and specific obstacles that hinder the rights of effective access to justice and comprehensive reparation for the damage in the hypothesis that was proposed. In this sense, the results indicated the existence of multiple factors that directly and indirectly, mediately and immediately affect the quality of the rights of access and reparation, causing human rights violations to not be combated efficiently, much less be repaired the damage they caused through the different mechanisms available for the defense of such rights. Thus impunity is perpetrated. The conclusions resulted in the detection of 5 factors that affect the international standards in which access and repair must be guaranteed. These being of a geographical, social, economic, institutional and legal nature.

[1] El artículo es producto derivado del proyecto de investigación titulado *Accesibilidad a la Administración de Justicia de Pueblos Indígenas Originarios*, el cual es financiado por el Fondo para el Desarrollo del Conocimiento (FONDEC-UAQ-2022).

Key words: effective access to justice, human rights, amparo proceedings, comprehensive reparation for damage, human rights violations.

Introducción

El presente estudio se realizó con motivo de abordar con profundidad el tema de violaciones a derechos humanos que se presentan en el Estado Mexicano. Situación que en su observación despertó la inquietud respecto de su comportamiento en función de las estadísticas y casos en que se pudo percibir la ausencia del Estado por cuanto versa en su atención y solución. Los cómputos y registros aportados por distintos organismos institucionales y jurisdiccionales en sedes internas e internacionales permitieron visualizar un relieve marcado por múltiples casos de violaciones a los derechos de esta naturaleza. Toda vez que la situación adquirió la calidad de ser grave debido a las altas cifras que reflejaron la alarmante incidencia de los mismos asuntos. Agregando que no se trató de hechos aislados sino de actos planificados y ejecutados por el Estado, en forma sistemática. Siendo los principales los casos en donde se advirtió la existencia de ataques contra la vida, ataques a la libertad, desapariciones forzadas, ejecuciones extrajudiciales, sumarias o arbitrarias, torturas, tratos crueles e inhumanos, detenciones ilegales, incomunicación, entre otros.

En ese sentido, se despertó la necesidad de adquirir un conocimiento más objetivo sobre la problemática principalmente por la escasez de estudios que se tienen sobre la misma situación. Puesto que se trata de un problema poco abordado. Para el cumplimiento de esa labor, el estudio fue trazado a través de la formulación de dos frases conceptuales de naturaleza jurídica, el acceso efectivo a la justicia y la reparación integral del daño. Datos que se pusieron en la discusión al actualizarse violaciones a derechos humanos y la necesidad de combatirlas. En este contexto los objetivos se centraron específicamente en la detección, análisis e interpretación de los factores que se presentan al momento en que se enfrenta a este tipo de violaciones bajo la hipótesis planteada.

Método

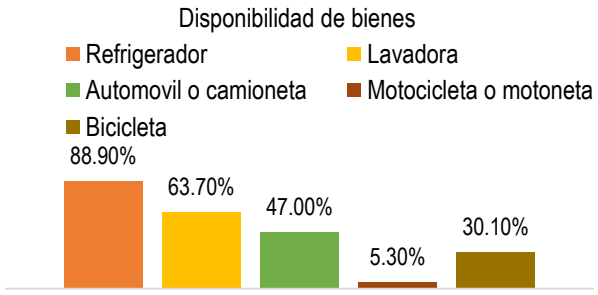
El presente estudio tiene un enfoque cualitativo, el cual es definido como la investigación que se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio , Metodología de la Investigación , 2010). El marco epistemológico con el que se aborda es el constructivismo, el cual se puede definir como la idea que mantiene que el individuo, tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no es un mero producto del ambiente, sino una construcción propia que se produce día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores, por lo que, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano (Tünnermann Bernheim, 2011). El alcance fue de corte exploratorio-descriptivo, se define así cuando la investigación consiste en examinar un tema poco estudiado y posteriormente se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno que se analiza (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, 2010).

Se precisa que para el desarrollo de este quehacer científico se recopiló un total de 20 documentos de naturaleza pública. Dentro de los cuales obran 11 sentencias de amparo indirecto, 3 sentencias de amparo directo, 1 recurso de queja, y 2 recursos de revisión, todos emitidos por órganos jurisdiccionales que conocen del juicio de amparo en el Estado de Querétaro. Además, se recuperaron 1 recomendación y 1 informe de labores emitidos por las instituciones encargadas de la defensa y protección de los derechos humanos. Finalmente se recopiló un archivo de video referente al caso de la recomendación. Todos los documentos son relativos a asuntos que tuvieron lugar en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro, y/o en donde se señaló como responsable a alguno de sus agentes estatales.

Resultados

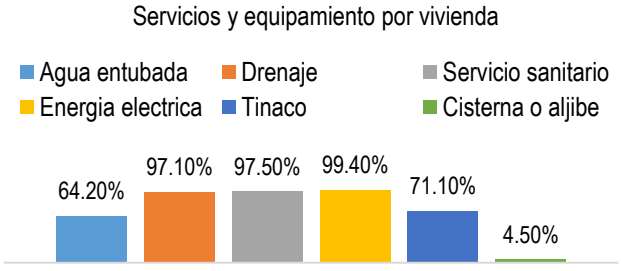
Los hallazgos que se obtuvieron se clasificaron en función de las dimensiones en que se observó al fenómeno estudiado. Dentro de la dimensión geográfica se descubrió que el tiempo y la distancia conforman un mismo factor que afecta directamente al acceso a la justicia, así como a la reparación integral debido a la ausencia de sedes institucionales y jurisdiccionales encargadas de conocer casos en que se actualicen violaciones a los derechos humanos, provocando un estado de indefensión en las víctimas dejándolas vulnerables en el sentido de que se perpetúe otro caso de impunidad al no acceder en forma inmediata al sistema de justicia y a los mecanismos diseñados para combatir esas violaciones a los derechos que nos ocupan. Así como también se encontró que el Estado no da atención y cumplimiento a otros derechos humanos como el derecho a la Salud en el municipio de Pedro Escobedo. Esto último debido a que el municipio solo cuenta con una única clínica adscrita al IMSS, misma que además no cuenta con toda la infraestructura, equipamiento y personal necesarios para atender a los pacientes que hayan sufrido daños derivados de casos en que se hayan actualizado violaciones a derechos humanos. Estos argumentos deben de retomarse desde los principales indicadores que arrojaron los resultados preliminares, es decir, desde las cifras en que se estudió a la población en el presente estudio. Siendo algunas de ellas las relativas al Censo de Población de 2020 registradas por el INEGI. Pedro Escobedo al contar con una población de más de 77,404 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020) habitantes y no contar con sedes de organismos protectores de los derechos humanos pone en evidencia una deficiencia institucional traducida en primer plano como el factor homónimo explicado con antelación.

Dentro de la dimensión social el factor homónimo se vio compuesto por una serie de indicadores que reflejaron las principales carencias de la población del municipio de Pedro Escobedo. En ese sentido, la población fue estudiada en función de la calidad de su vivienda. De acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2020 se ha desprendido que el total de viviendas particulares habitadas en el municipio de Pedro Escobedo es de 19,072 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020). Se destaca que el promedio de ocupantes por vivienda es el equivalente a 4.1 haciendo énfasis en que el promedio de ocupantes por cuarto es de 1.2, así como el hecho de que aún existe un porcentaje de viviendas que cuentan con piso de tierra representando este último 3.5%. A lo anteriormente expresado se debe agregar con qué servicios y equipamiento dispone cada vivienda, así como el porcentaje en que se cuenta para lo cual se realizó la siguiente gráfica en la que se logra apreciar de una mejor manera esto último dicho:



Gráfica 1

De modo similar también es de suma necesidad mencionar la disponibilidad de los bienes que las familias escobedenses tienen en sus viviendas dado que esto refleja en cierta medida la calidad de vida de esas familias y de lo que pueden acceder. En atención a los números de este censo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020) se descubrió que en las viviendas de las familias escobedenses pueden disponer de ciertos bienes en los siguientes porcentajes:



Gráfica 2

Otros puntos relevantes que se tomaron como descubrimientos indispensables para la

investigación fueron los relativos a la alimentación, educación y salud con que cuenta la población muestra. Se descubrió que hasta el año 2020 se tiene registro de que en el municipio de Pedro Escobedo existe un 4.9% (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020) de población que no cuenta con escolaridad alguna, un 64.9% que solo tiene el nivel básico, un 20.5% que alcanzó la media superior, otro 9.7% que logró la superior, y un 0.1% que encuadra en no especificado. Por otra parte, se tiene un registro (Gobierno de México Secretaría de Bienestar, 2023) de la existencia de un rezago educativo del 16.9% lo cual es equivalente a 12,217 personas que se encuentran rezagadas en esta cuestión. Respecto a la alimentación a la que tiene acceso la población, se descubrió que existe una carencia (Gobierno de México Secretaría de Bienestar, 2023) en cuanto al acceso a la alimentación nutritiva y de calidad del 23.1% del total de la población del municipio. Esto a su vez equivale a 16,703 personas que carecen de la alimentación en este parámetro. Por la parte que recae en el tema de la salud los servicios a los que tiene acceso la población de este municipio dependen en función de la afiliación que tengan con las instituciones que los ofrezcan. De esta manera se cuenta con un registro (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020) de un total de 81.1% de la población afiliada a los servicios de salud, esto en el año 2020. Dentro de este orden de ideas se descubrió que las principales instituciones que proveen estos servicios son: 1) IMSS con un 61.2% de afiliación; 2) INSABI con 35.9%; 3) ISSSTE o ISSSTE estatal con 2.7%; 4) IMSS BIENESTAR con 0.3%; 5) Instituciones privadas 0.6%; 6) otras instituciones con 0.2%. El 16.0% de la población de Pedro Escobedo carece del acceso a los servicios de salud lo cual equivale a que 11,547 personas no cuentan con acceso a estos servicios (Gobierno de México Secretaría de Bienestar, 2023). Finalmente, también se empleó el indicador que mide la pobreza en sus diferentes modalidades o dimensiones. La población que se ha registrado hasta el año 2020 y que se encuentra en situación de pobreza asciende a las 30,105 personas (Gobierno de México Secretaría de Bienestar, 2022). Esta cuestión se ha clasificado en 6 formas distintas (Gobierno de México Secretaría de Bienestar, 2022). La primera sugiere que del total de la población hay un 25.2% (18,250 personas aprox.) que es vulnerable por alguna carencia social. La segunda señala que hay un 41.6% (30,100 personas aprox.) que se encuentra en situación de pobreza. La siguiente indica que hay 37.0% (26,750 personas aprox.) que está en pobreza moderada. Hay un 4.6% (3,360 personas aprox.) de la población que vive en pobreza extrema. Solo un 13.3% (9,590 personas aprox.) es vulnerable por ingresos. Y tan solo hay un 19.8% (14,340 personas aprox.) de la población que no es vulnerable y tampoco vive en algún grado de pobreza. Se aclara que la población total en situación de pobreza se ha obtenido sumando los valores de la que vive en pobreza moderada y en pobreza extrema.

Trasladando el pensamiento a la dimensión económica se debe de tener claro que esta incluso guarda una íntima relación con la expuesta anteriormente en función de la calidad de vida de la población muestra. Los resultados se desprendieron del indicador clave denominado salario. Dicho lo anterior, se tiene reportado (Gobierno de México, 2022) hasta el cuarto trimestre del año 2022 un salario promedio mensual igual a $3.36k MX. Esta última cifra reportada significa una reducción de $212.00 pesos en comparación con el tercer trimestre del mismo año en donde el salario promedio mensual fue de $3.57k. Esto aplica únicamente cuando se habla de la formalidad en el empleo. En cuanto a la informalidad, se ha registrado un salario promedio mensual de hasta $3.44k MX durante el último trimestre del año 2022, siendo una cifra de la cual se ha desprendido que existe una reducción a comparación del tercer trimestre en donde el salario reportado fue de $3.78k MX. Estos resultados juegan un papel clave cuando son puestos en el contexto en que se planteó la hipótesis que habita en el estudio, es decir, cuando se actualizan violaciones a los derechos humanos. En ese sentido, las personas cuando son víctimas de estas violaciones tienden a realizar diversos gastos con la finalidad de combatir los efectos de

tales actos lesivos. Los principales gastos que interesaron al estudio fueron los que egresan por concepto de honorarios que deben ser pagados a los abogados encargados de promover los mecanismos diseñados y establecidos para la defensa de los derechos humanos, como el juicio de amparo. Tales costos fueron cotizados en 5 despachos jurídicos diferentes con domicilio en la cabecera municipal de Pedro Escobedo. Mismos que fijan costos que van desde los $15,000.00 MXN hasta los $18,00.00 MXN aproximadamente, tomándose solo como referencia a los despachos A & A SOLUCIONES JURÍDICAS y Despacho Jurídico M & M. Estos costos son aplicables cuando se promueve un juicio de amparo en contra violaciones a derechos humanos, por ejemplo, cuando se trata de ataques a la libertad personal materializándose en una orden de aprehensión.

Por cuanto ve al factor institucional se encontró que la Defensoría de los Derechos Humanos de Querétaro (en adelante DDHQ) reportó en su informe de actividades (Defensoría de los Derechos Humanos de Querétaro, 2022) correspondiente al año 2022 un total de 445 quejas[2] de las cuales se dio inicio a la misma cifra de expedientes para investigar las presuntas violaciones a derechos humanos. Los derechos humanos –en calidad de presuntamente violados- que más incidencia tuvieron en ese año fueron (Defensoría de los Derechos Humanos de Querétaro, 2022): 1) el derecho a la legalidad y seguridad jurídica con un total de incidencia de 314; y 2) el derecho a la integridad y seguridad personal con un total de 158. La incidencia representa las veces en que se repitió el hecho, es decir, en una misma queja se pudo presentar la violación a varios derechos. Del total de número de quejas, solo 224 (Defensoría de los Derechos Humanos de Querétaro, 2022) contaron con la característica de ser presentadas por personas que se encontraban en un grupo vulnerable. Siendo los 3 principales: 1) las personas que se encuentran privadas de la libertad con 114; 2) el grupo de niñas, niños y adolescentes con 58; y, 3) mujeres víctimas de violencia con 24 quejas. Las 224 quejas fueron presentadas por personas que se identificaron en más de un grupo con esta característica de ser vulnerable. Del total de quejas presentadas, se identificaron a ciertos agentes estatales, refiriéndose específicamente a las autoridades municipales, que fueron calificados con la calidad de autoridades responsables.[3] Se registraron 155 quejas (Defensoría de los Derechos Humanos de Querétaro, 2022) –en total de los 18 municipios del Estado- en donde las principales autoridades señaladas como responsables fueron las administrativas y las direcciones de seguridad pública y tránsito municipales. En el municipio de Pedro Escobedo se tuvo una incidencia de 3 casos en donde se señaló como autoridad responsable a las autoridades administrativas de dicho municipio. Así como de igual manera se registró una incidencia de 14 quejas en donde se señaló con esa calidad a la Dirección de Seguridad Pública y Tránsito Municipal. La incidencia implica que en una misma queja se señalaron a más de una autoridad como responsable, dando un total de 17 quejas. A su vez, también se encontró la recomendación (249) 2/2022 emitida por la DDHQ, la cual se desprendió del EXPEDIENTE: DDH/296/2021, y a la cual se tuvo acceso (Queja: DDH/296/2021, 2022). Este caso fue relevante retomarlo en virtud de que en su estudio se encontraron múltiples fallas que dificultaron el acceso efectivo a la justicia y a la reparación

[2] Nota aclaratoria: se recuerda que una queja es el medio por el que las personas, como consecuencia de la probable vulneración de sus derechos humanos, hacen del conocimiento de la DDHQ los hechos con el objeto de que esta investigue y en caso de violación se dicten las medidas correspondientes para impedir que esos derechos se sigan violando y se puedan restituir a la persona quejosa, así como que se establezcan los mecanismos para reparar el daño causado.

[3] Nota aclaratoria: la calidad de autoridad responsable la contempla en el art. 2, Fracc. II de la Ley de Derechos Humanos del Estado de Querétaro. La cual establece, Art. 2 Fracc. II. Autoridad responsable: La autoridad o servidor público a quien se le atribuyen actos y/u omisiones constitutivos de violaciones de Derechos Humanos, en el ejercicio de sus funciones o atribuciones;

integral del daño a las víctimas que en este caso lo fueron los dos jóvenes motociclistas embestidos por una Unidad adscrita a la Secretaría de Seguridad Pública y Tránsito Municipal de Pedro Escobedo. Ambos criterios se aplicaron al mecanismo establecido para la defensa de los derechos humanos, es decir, a la denuncia de tales actos a través de un expediente de queja a efecto de evaluar la calidad de los mismos derechos a través de su observancia institucional. Las fallas que se identificaron recayeron en el actuar por parte del personal adscrito a la DDHQ para atender al caso de los jóvenes motociclistas embestidos, toda vez que su gestión institucional fue deficiente en el sentido de que fue flexible para atender la gravedad de este asunto. De tanto así que fue el mismo organismo quien determinó que se trató de graves violaciones a los derechos humanos en agravio de ambos jóvenes siendo uno de ellos menor de edad. Esto es así toda vez que el elemento policiaco que tripulaba la Unidad involucrada realizó una maniobra con el único fin cerrar el paso a la motocicleta que tripulaban los masculinos bajo los argumentos de que habían cometido diversas faltas administrativas tales como no portar casco, circular a exceso de velocidad y no detenerse cuando las autoridades se lo indicaron. Razones suficientes que motivaron al elemento policiaco a ejercer un uso indebido de la fuerza provocando que ambos masculinos salieran proyectados produciéndoles a su vez múltiples lesiones que pusieron en riesgo sus vidas y que una vez que fueran atendidos y evaluados por el personal médico adscrito al Instituto Mexicano del Seguro Social con sede en Querétaro, se determinara que ambos jóvenes presentaban daños permanentes e irreversibles. Ante todo lo expuesto, la investigación por parte de la DDHQ fue lenta al tardar 6 meses en determinar si tales actos eran constitutivos de violaciones a derechos humanos cuando fue el mismo quien determinó que se trató de graves violaciones por su clara evidencia en apariencia.

Finalmente, en el factor jurídico los principales resultados versaron sobre múltiples fallas que recayeron en los sujetos encargados de administrar justicia quienes tienden a no observar de manera puntual, y aplicando los principios que rigen a los derechos humanos como el Principio de Progresividad en relación con el Principio Pro-persona, las propiedades de ambos criterios de acceso y reparación contenidas en las cláusulas constitucionales e internacionales. Esto se descubrió al estudiar el expediente 242/2020 (Amparo Directo Materia Penal, 2021).

Discusión y conclusiones

Por cuanto ve al factor geográfico, el tiempo es una pieza clave para tener un acceso efectivo a la justicia cuando se actualizan violaciones a derechos humanos y se requieren combatir, toda vez que no se trata de una variable permanente sino relativa que influye de manera directa. Por ejemplo, cuando una persona sufre un accidente cerebral, un infarto o es mordida por una serpiente venosa, el tiempo es factor clave para salvar su vida y a su vez evitar que sufra secuelas que puedan ser temporales o permanentes. En este caso, la situación hipotética planteada es un ejemplo claro para determinar la efectividad. Con esto se trata de expresar que el resultado final es lo que determina que hayan sido efectivas todas las acciones que se tomaron para salvar la vida de esa persona en las distintas situaciones en que pudo sufrir una afectación a su salud. Es decir, el que la persona haya recibido la atención médica adecuada que le haya permitido reestablecer su estado de salud –entendiéndose esa frase como haber evitado que feneciera- representa un resultado efectivo y para que haya ocurrido de ese modo debieron existir todas las condiciones necesarias para evitar que la persona feneciera. Tales medidas pudieron ser que los paramédicos hayan llegado a tiempo al lugar en que se encontraba la persona o bien que esta haya sido trasladada de manera inmediata al hospital más cercano; que en ese nosocomio se le atendiera de la forma más pronta posible, en función de su gravedad; así como que contara con todos los medios para atender al paciente entendiéndose por estos el equipamiento, medicamentos y el personal, los cuales debieron encontrarse en las más óptimas condiciones y mejor capacitados y especializados para tal atender situación. Lo mismo ocurre con la situación

jurídica de las personas, en este caso tan particular, en materia de derechos humanos, cuando estos llegan a ser violentados por las autoridades requieren de esas mismas condiciones que permitan salvaguardar a la persona en el goce de los mismos y/o bien reestablecerla en el goce de los mismos. El tiempo es clave para que se dé esa situación, en términos jurídicos, para que se tenga el acceso a la justicia con la propiedad que en esta investigación se señala que debe de poseer por ser naturalmente inherentes tales derechos, es decir, que sea efectivo. El acceso a la justicia solo llega a ser efectivo, tal y como se demostró en su respetivo apartado, cuando se cumplen con las condiciones que ha establecido la propia norma internacional, la legislación interna, y la jurisprudencia, esto en atención a un sentido estricto. Esto debe de ser así porque es el propio derecho el que lo prevé, la verdadera labor versa sobre la interpretación del mismo.

Gracias al factor social se logró determinar y a su vez concluir que no toda la población del municipio cuenta con las mismas posibilidades para ejercitar los derechos centrales de acceso efectivo a la justicia y a la reparación integral del daño. Principalmente porque la población depende directamente de su calidad de vida e incluso de la ubicación geográfica en que se encuentren y en que se actualicen los hechos violatorios de derechos humanos. Es decir, dependen de la garantía de otros derechos que permitan el pleno ejercicio del acceso y reparación. Por lo tanto, cualquier violación a derechos humanos se ve agravada en función de la intervención de los factores geográfico, social, económico, e institucional. A estos se les denominó factores que se presentan de manera general y permanente, debido a que son los primeros factores que siempre se van a actualizar por la ausencia del Estado en garantizar otros derechos humanos.

Dentro de la dimensión económica se descubrió el factor homónimo y dentro de este mismo se han identificado diversos obstáculos o impedimentos que atentan contra los derechos de los cuales versa nuestra discusión. El primero de ellos es el costo que egresa de los bolsillos de la víctima para tramitar un juicio de amparo para lo cual se realizó un monitoreó en las 6 oficinas jurídicas o despachos jurídicos del municipio de Pedro Escobedo. Se puede concluir que la media del costo por honorarios por tramitar un juicio de amparo es del mínimo de $15,000.00 MXN. Lo cual representa un enorme obstáculo para las personas de este municipio cuando necesitan acceder efectivamente a la justicia ya que como se puede analizar el salario es un indicador que permite medir la calidad de vida de las personas. En esta secuencia lógica, se advierte de acuerdo a las cifras aportadas en el presente estudio, el salario promedio reportado en el último trimestre del 2022 fue de $3.36 MX mensual. Con esto se puede inferir que la persona víctima no podría costear los honorarios para el trámite del juicio de amparo. Se hace énfasis en que dentro del monitoreo se advierte que los despachos jurídicos solo reciben un solo pago. A lo anterior se agrega que hay algunos despachos que varían el costo de sus honorarios por este procedimiento y que el mínimo debe ser entre $16,000.00 MXN y $18,000.00 MXN. Completando la anterior operación mental, el costo del trámite de un juicio de amparo equivaldría a 4.46 meses de trabajo para reunir el costo por honorarios. Claro, solo si tenemos en cuenta que se está pagando la media del costo del juicio de amparo. Este obstáculo termina afectando la calidad de la víctima.

A partir del estudio realizado en el factor institucional, retomando como pieza clave el análisis realizado al caso de los jóvenes motociclistas, se logró concluir que la DDHQ requirió de un enorme compendio de documentos para acreditar las violaciones graves a sus derechos humanos. Lo cual significó una serie de obstáculos que impidieron que las víctimas obtuvieran un acceso efectivo a la justicia y una reparación integral del daño. Esto último debe de entenderse desde la función de los mecanismos institucionales, es decir, en este caso el papel del organismo protector de derechos humanos es proteger los derechos conculcados a través de sus mecanismos en donde entre cosas el fin es que se reparen los daños ocasionados a esos derechos con motivo de los actos realizados por las autoridades responsables. En ese sentido el acceso y la

reparación son los ejes centrales a través de los cuales se pueden combatir las diversas violaciones a los derechos humanos, de tanto así que incluso la Suprema Corte de Justicia de la Nación lo interpretó en su jurisprudencia (Derecho a una Justa Indemnización, para determinar el Monto Indemnizatorio, se debe de atender a la Multiplicidad de Consecuencias del Hecho Ílicito, 2018). En resumen, el acceso a la justicia es una importante etapa de la reparación integral, por ende, cuando alguno de los criterios se encuentra viciado por obstáculos como los enunciados en el caso de los jóvenes motociclistas, las víctimas no consiguen ni uno ni el otro. Por ejemplo, se infirió desde el caso de los jóvenes que es más difícil acreditar la lesión a los derechos humanos que perpetrarla, esto debido a que el actuar por parte del personal de la DDHQ no fue eficiente, e incluso fue lento en atención al caso en se acreditaron violaciones graves a los derechos humanos. Situación que finalmente solo reflejó una marca más de la presencia de la impunidad, es decir, una cifra más de las graves violaciones a derechos humanos perpetradas por el Estado a través de sus agentes. Así como también reflejó la poca eficiencia y confianza en los mecanismos de naturaleza institucional encargados de la defensa y protección de estos derechos. Razón por la cual deben de adquirir naturaleza jurisdiccional para combatir de una forma más efectiva las violaciones a derechos humanos o hacerlo directamente a través del juicio de amparo en su caso.

Finalmente, a partir del examen de la dimensión jurídica, tomando como referencia solo un caso entre todo el catálogo de expedientes en materia de amparo (el 242/2020) se logró concluir que los principales obstáculos detectados y extraídos de la cirugía practicada tuvieron su origen primigenio en el actuar de las autoridades al momento en que se les turnó el asunto del que conocieron o cuando tuvieron conocimiento del mismo. Los errores desprendidos de la actuación de los agentes estatales en el ámbito de sus competencias se tradujeron en impedimentos que se reflejaron de manera directa e indirecta, en forma inmediata o próxima en el ejercicio de los derechos de acceso y reparación. En consecuencia, ambos derechos no lograron adquirir las propiedades de ser efectivo por cuanto ve al acceso, y de ser integral en el caso de la reparación debido a que las cláusulas constitucionales e internacionales en materia de derechos humanos como lo son las que se encuentran previstas en los artículos 1,14,16,17,20,133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las que prevén instrumentos internacionales como la Convención Americana Sobre Derechos Humanos, no fueron observadas, interpretadas, y aplicadas a los casos en concreto por el Estado, específicamente por las autoridades jurisdiccionales que tengan competencia en la materia. Esa situación fue el detonante de otros obstáculos que se presentaron en forma gradual y en determinadas etapas procesales debido a que el momento exacto en que ocurrieron las primeras violaciones a derechos humanos éstas no fueron atendidas. Las consecuencias de ello se reflejaron en la actualización de nuevas violaciones a estos derechos en las que a su vez se detectó la presencia de los factores de naturaleza general y permanente. Finalmente se despertaron otros obstáculos denominados potenciales de presentarse y otros que versaron en el aspecto técnico en el trámite del juicio de amparo. En este contexto se determinó que el Estado al conocer de asuntos sobre violaciones a derechos humanos éste tiende a perpetrar nuevas violaciones a los derechos de la misma naturaleza antes de atender y reparar las que ya existían.

Bibliografía

Amparo Directo Materia Penal, 242/2020 (Tribunal Colegiado en Materias Penal y Administrativa del Vigésimo Segundo Circuito 18 de junio de 2021). Obtenido de https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=158700002690186800030002.pdf&sec=Samuel__Olvera__L%C3%B3pez&svp=1

Defensoría de los Derechos Humanos de Querétaro. (2022). *Informe de Actividades.* Defensoría de los Derechos Humanos de

Querétaro, Querétaro. Obtenido de https://ddhqro.org/wp-content/uploads/2023/01/Informe-DDHQ-2022.pdf

Derecho a una Justa Indemnización, para determinar el Monto Indemnizatorio, se debe de atender a la Multiplicidad de Consecuencias del Hecho Ílicito, Tesis 1a. CLXXXVII/2018 (10a.) (Suprema Corte de Justicia de la Nación diciembre de 2018). Obtenido de https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2018644

Gobierno de México. (2022). *Data México*. Obtenido de Data México: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/pedro-escobedo

Gobierno de México. (20 de abril de 2023). *DataMÉXICO*. Recuperado el 20 de abril de 2023, de datamexico.org: https://datamexico.org/es/profile/geo/queretaro?compare=amealco-de-bonfil&compare_workforceSelector=salaryOption

Gobierno de México Secretaría de Bienestar. (2022). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022.* Secretaría de Bienestar Unidad de Planeación y Evaluación de Programas para el Desarrollo, Querétaro. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/698335/22_012_QRO_Pedro_Escobedo.pdf

Gobierno de México Secretaría de Bienestar. (2023). *Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2023.* Querétaro. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/795183/22012-PedroEscobedo23.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio , M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ª ed.). México: Mc Grawl Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ª ed.). México, México: Mc Graw Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ª ed.). México, México: Mc Grawl Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ª ed.). México: Mc Grawl Hill .

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). México, México: Mc Grawl Hill.

INEGI. (noviembre de 2020). *inegi.org*. Recuperado el abril de 2022, de Panorama sociodemográfico de México: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Panorama sociodemográfico de Querétaro Censo de Población y Vivienda 2020.* Censo de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Querétaro. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197957.pdf

Queja: DDH/296/2021, Recomendación: (249) 2/2022 (Defensoría de los Derechos Humanos 13 de abril de 2022). Obtenido de https://ddhqro.org/wp-content/uploads/2022/05/RECOMENDACIO%CC%81N-249-2-2022.pdf

Tünnermann Bernheim, C. (2011). *El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes.* México, México.

Beneficio del uso musical en el estudio y aprendizaje de los estudiantes de LGCH

Resumen

El enfoque principal de la investigación es cómo la música afecta la vida de los estudiantes universitarios, especialmente de los alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro que cursan la carrera de Licenciatura en Gestión de Capital Humano. Esto se basa en el período de vida, es decir, mayor responsabilidad académica y que el desarrollo de habilidades cognitivas afecta el rendimiento académico. Para recopilar datos sobre las preferencias musicales de los estudiantes mientras estudian o trabajan en tareas académicas, la investigación utilizó un cuestionario centrado en la conexión entre la música y el aprendizaje. Se animó a los encuestados a proporcionar canciones específicas que consideraran más apropiadas para el estudio con el fin de explorar el asesoramiento científico sobre los mejores géneros musicales. La idea principal fue que el uso de la música en el estudio era beneficioso y que quienes lo hacían lograban un mayor nivel de atención que quienes no lo hacían. Además, se cree que algunos estudiantes sólo usan la música para crear ruido de fondo, mientras que otros como método de concentración. Los estudiantes participaron activamente en este estudio porque se llevó a cabo utilizando una metodología de investigación-acción. Los resultados deberían arrojar si la música realmente mejora la concentración y el rendimiento, así como la relación entre el gusto musical y el rendimiento académico.

Abstract

The main focus of the research is how music affects the lives of university students, especially students of the Technological University of Queretaro who are pursuing a degree in Human Capital Management. This is based on the period of life, i.e., greater academic responsibility and that the development of cognitive skills affects academic performance. To collect data on students' musical preferences while studying or working on academic tasks, the research used a questionnaire focused on the connection between music and learning. Respondents were encouraged to provide specific songs they felt were most appropriate for the study in order to explore scientific advice on the best musical genres. The main idea was that the use of music in the study was beneficial and that those who did so achieved a higher level of attention than those who did not. In addition, it is believed that some students only use music to create background noise, while others as a method of concentration. Students actively participated in this study because it was conducted using an action research methodology. The results should shed light on whether music actually improves concentration and performance, as well as the relationship between musical taste and academic performance.

Introducción

La música es un acompañante frecuente incluso influye en nuestra vida en donde el contexto en el que nos presentamos es esta investigación es a nivel Universidad lo cual indica mayor compromiso por parte de los estudiantes a la hora de realizar sus actividades académicas, esto porque es una edad donde el ser humano alcanza un nivel de madurez para tomar decisiones y aceptar las consecuencias de estas decisiones a futuro. También demuestra que al estar en un nivel superior han adquirido distintos tipos de habilidades cognitivas durante su trayectoria académica y que todos estos afectan en su desempeño académico.

Considerando como escenario geográfico a los estudiantes de Querétaro, ya que la población es muy amplia se realizan diferentes filtros para reducir la cantidad de alumnos, primero se reduce la población de Querétaro para enfocarse solo en los estudiantes de universidad, pasando al siguiente filtro que son solo estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro para finalmente centrarse en los alumnos que estudian la Licenciatura en Gestión de Capital Humano del grupo 16,17, y 18.

Dicho planteamiento nos permite establecer diferentes objetivos;

Objetivo General

Realizar una evaluación del beneficio de la música en la concentración y elaboración de las actividades académicas de los estudiantes de la Licenciatura en

Gestión de Capital Humano al estudiar y realizar tareas.

Objetivos específicos

- Realizar un cuestionario que recopile las diferentes preferencias musicales y su percepción del uso de la música durante su estudio.
- Proponer recomendaciones musicales que puedan motivar a la concentración para los estudiantes basados en investigación científica.

Una vez planteados los objetivos surgen varias preguntas al respecto;

- ¿Existe alguna diferencia significativa en el rendimiento de los estudiantes que estudian y realizan tareas con música a comparación de aquellos que no lo hacen?
- ¿Se enfocan en escuchar la música o lo utilizan como un generador de ruido?
- ¿Su experiencia fue positiva a comparación de antes que no la utilizaban?

Lo que permite desarrollar una hipótesis a partir de estas preguntas como los son;

- Considerando los puntos anteriores, se puede llegar a una hipótesis la cual dicta que la música en el estudio es benéfica, para las personas que realizan la práctica de mezclar la realización de las actividades académicas con escuchar música, hay una diferencia significativa si se compara con personas que no realizan esta práctica, ya que a comparación de aquellos que si la realizan hay un nivel mayor de concentración.
- Algunos estudiantes la utilizan solo para generar ruido de fondo y otros realmente en escuchan la música, Los diferentes tipos de música influyen en el nivel de concentración para realizar las actividades, es por ello que se debe hacer recomendaciones de música que realmente motive a la concentración. de manera en que no solo funcione para bloquear sonidos externos, sino también para generar un beneficio en la concentración.
- La implementación de esta práctica en la realización de las tareas día a día, genera un beneficio que si se compara con la metodología que utilizaban las personas anteriormente para realizar sus actividades, es un cambio muy notorio ya que no solo elimina diferentes tipos de distracciones externas, sino que también aumenta la concentración, todo esto da como resultado una reacción positiva en las actividades académicas,

Tomando en cuenta todo lo anterior, permite sentar las bases para un alcance esperado en esta investigación.

Para la realización del alcance se tomó en cuenta a los alumnos de la Universidad Internacional de Querétaro que están cursando la Licenciatura en Gestión de Capital Humano del grupo 16,17, y 18, donde se quiere llegar es a la recomendación de pistas científicamente comprobadas que benefician la concentración de los estudiantes al realizar dichas actividades, además de solicitar su apoyo para poner en práctica estas pistas y conocer las experiencias de los alumnos involucrados.

Se necesitará todo el apoyo posible de los alumnos para realizar dicha actividad ya que primero necesitaremos su ayuda para contestar un cuestionario, donde se les solicitara que respondan con la mayor sinceridad para poder llevar la investigación, un problema que afecta directamente a la realización de este es la falta de participación de los estudiantes ya que en muchas ocasiones estos mismos tienden a olvidar o pasar por alto la realización del cuestionario.

El hábito de escuchar música al momento de realizar tareas o estudiar es algo muy común en nuestra actualidad y en sobre todo en la vida de varios estudiantes, en este artículo se enfocará en explorar si la música realmente atrae algún beneficio en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes que la utilizan o si realmente es un distractor el cual complica la concentración y elaboración de las actividades.

Mediante un análisis cuantitativo del cuestionario que será aplicado a los alumnos del grupo LGCH, se analizará entre aquellas personas que la utilizan la música, para posteriormente pasar a la práctica con aquellas canciones o género musical que esté respaldado por la ciencia que realmente aporta en la realización de actividades de los alumnos y finalizar con el análisis sobre si las pistas les generó mayor concentración o fluidez de las actividades.

La música es un arte que ha acompañado a las personas desde sus inicios. Con el pasar del tiempo se ha considerado benéfico para la salud y el bienestar mental, también se ha comprobado que puede ser un complemento útil para estudiar. A nivel mundial, se han realizado muchos estudios sobre el impacto de la música en el aprendizaje. En general, los resultados muestran que la música puede ayudar a mejorar la atención, la concentración, la memoria y el rendimiento académico con mayor razón las personas deben de estar conscientes de esto.

En México la música es un elemento cultural fundamental ya que se encuentra en muchas culturas alrededor de nuestro país con varios significados, pero en la vida diaria muchos la utilizan al momento de estudiar contando con ventajas y desventajas. Es parte de la vida diaria de personas de todas las edades y estilos de vida. En el ámbito de la educación, la música se utiliza cada vez más como herramienta de aprendizaje.

Por ejemplo, la música se puede utilizar para crear un ambiente de aprendizaje positivo y
motivador. Ayuda a los estudiantes a relajarse y concentrarse. Mejora la memoria y el aprendizaje. Fomentar la creatividad y la expresión. Crea un ambiente de aprendizaje con música de fondo. Escuchar música puede resultar beneficioso para el aprendizaje. Sin embargo, es importante elegir la música adecuada para hacer los deberes o estudiar. La música demasiado estimulante o que distrae puede resultar contraproducente.

Teoría

La fundamentación teórica es importante en la investigación ya que permite establecer un contexto científico. En esta investigación exploramos algunos conceptos de la música y su papel en la humanidad;

Música

David (2023), dice que La música es el arte de organizar sonidos combinándolos a través de una melodía. Armonía y ritmo. Estos son los tres elementos básicos de la música. música Puede expresarse mediante canto vocal, volumen alto. de instrumentos musicales. La interpretación musical generalmente se divide en composición. música, improvisación e interpretación, aunque cada uno de estos conceptos tiene Varias industrias y áreas de investigación (David, S, 2023).

Melodía

Según David (2021) Una melodía es una serie de notas que ocurren a lo largo del tiempo y Esto suele tener un efecto estético. Entender mejor qué es una melodía. Piensa en tu canción favorita. Generalmente la melodía es la más Se puede identificar en la música hacia qué personas, sean músicos o no, gravitan. Recordar. Generalmente podemos escuchar la melodía en el sonido. Cantante, solo de guitarra, introducción de piano, flauta u otro instrumento musical (David, S, 2021).

Armonía

David (2022) explica que La armonía musical es el proceso de unir sonidos individuales para formar acordes o estructuras de acordes en una pieza. El estudio de la armonía también incluye la armonía vertical (acordes) y la armonía horizontal (melodía). La armonía, como la melodía y el ritmo, es uno de los tres elementos básicos de la música (David, S, 2022).

Ritmo

Según Swan (2020) el ritmo Es una secuencia rítmica en la que las cosas suceden una tras otra. Es un movimiento controlado o calculado producido por la disposición de varios elementos. El ritmo se puede definir como una combinación armoniosa de sonidos, sonidos o palabras que incluye pausas, silencios y cortes necesarios para complacer los sentidos (Swan, G, 2020).

Concentración

Según Agué et al (2021) es Su estabilidad con respecto a un determinado objeto o estímulo sirve de base para su definición. La fuerza con la que una persona centra su atención en una actividad, objeto o tarea particular mientras se abstrae de todo lo demás se conoce como intensidad de enfoque de su atención, y es otra característica que la distingue. El volumen y la intensidad de la atención son inversamente proporcionales entre sí (Agué, M, Aldés, A & Andomo, R, 2021).

Laura Elizabeth Gutiérrez de Ciudad de México en el año 2020 realizó una tesis titulada Análisis de estrategias didácticas para el desarrollo de habilidades auditivas en la educación básica, la cual tenía un principal objetivo el cual era demostrar que, En la actualidad, no parece existir consenso entre instituciones educativas, profesores, padres de familia y alumnos sobre los fines de la enseñanza de la música en la educación básica en México. Algunos profesores enfocan la clase en el desarrollo de habilidades para tocar un instrumento en la lectura de notas, sin embargo, no son claros los fines educativos que se buscan obtener con estas actividades. Esta falta de precisión sobre los fines puede dificultar la sistematización de objetivos, contenidos y métodos de una clase de música cuyos aprendizajes obtenidos sean funcionales para la formación humana de todos los niños y jóvenes de México." (Guitierrez, 2020)

La formación de habilidades desde una temprana edad es esencial para el desarrollo personal de cada individuo, en este caso la música ayuda a tener una perspectiva más amplia de las cosas, y no solo la música si no también hay diferentes elementos de los cuales se pueden desarrollar habilidades, ya sean de concentración, de comprensión, de disciplina, etc.

La autora de la tesis nos da varios argumentos para plantear los temas de su tesis, estos argumentos me ayudaron a identificar varias áreas de oportunidad para aprovechar y promover el uso de la música para realizar las actividades académicas, la autora menciona que Actualmente en México no son claros los fines que se buscan obtener con la enseñanza de la música que reciben los alumnos en el nivel básico; no parece existir un acuerdo sobre los aprendizajes y habilidades que se pueden desarrollar a través de la música, ni de las estrategias más adecuadas para lograrlo. Además, es necesario que la fundamentación de la educación musical que se imparte en este nivel sea congruente con la diversidad de entornos sociales de los estudiantes" (Gutiérrez, 2020).

Entonces nos habla no sólo de implementar la música en las planeaciones académicas, sino también de buscar que haya un beneficio de esta que pueda ayudar a los estudiantes a desarrollar diferentes tipos de habilidades. La educación en México actualmente ha cambiado mucho y con estas diferentes formas de estudio, lo cual hace que existan diferentes tipos de alternativas para realizar actividades escolares, buscando siempre que, al momento de desarrollar dichas actividades, haya un aprendizaje obtenido.

En 2022 en Ciudad de México elaboraron una tesis titulada Estrategias Para la Educación en Línea a Través de las TIC: Edublog Musical como generador de contenidos, con el objetivo de

La creación de un Edublog con contenido audiovisual sobre el uso de las herramientas digitales, plataformas, aplicaciones y programas musicales que aporten estrategias que ayuden en la planeación didáctica de los docentes musicales que imparten clases particulares de instrumento, principalmente de guitarra y piano."(Ruiz, Rivera, Rodriguez, Ramirez, 2022).

Esta tesis me fue de utilidad ya que habla más desde la perspectiva de docentes de música, los docentes de música tienen más experiencia con la educación que utiliza la música, por ello considero que son personas cuyas aportaciones son necesarias para un mejor estudio del tema principal.

Ruiz definieron como fundamentación teórica lo siguiente; Esta categoría está enfocada en la fundamentación teórica de cualquier tema abordado por el profesor y está desarrollada a través de la tecnología, misma que ayuda a captar la atención del observador. Sugerimos dar movimiento a las imágenes, incluir música de fondo y utilizar recursos multimedia como presentaciones de Power Point y Paint, o utilizar las herramientas que proporciona plataforma Zoom Tales como Whiteboard,compartir pantalla,compartir archivo documento. El Objetivo Específico Estas Secciones promover la planeación y fundamentación de los temas que cada profesor desee abordar en sus clases teórico-musicales, haciendo que la clase línea sea atractiva e interactiva (Ruiz, Rivera, Rodriguez, Ramirez, 2022). Como conclusión, La modalidad educativa a distancia nos permitió observar las distintas necesidades y problemáticas sobre cómo llevar a cabo la práctica docente utilizando la tecnología con los recursos que cada uno de nosotros disponía en ese momento y debido a que el conocimiento y acceso de dichos recursos era escaso, los profesores tuvimos que actualizarnos de forma precipitada para introducir e implementar en nuestra didáctica las estrategias que nos permitirán

adaptarnos a estas nuevas condiciones educativas (Ruiz, Rivera, Rodriguez, Ramirez, 2022).
La educación en la época de la pandemia fue un tema muy debatible en su momento, se buscaron diferentes alternativas para poder seguir impartiendo clases en todos los niveles educativos en México, esto representó un reto tanto para docentes como alumnos, sin embargo se buscaron iniciativas para acoplarse ante esta situación es así como la música influyó de manera en que fue una herramienta para realizar las actividades, esto me ayudó a ver mi tema de otra perspectiva, ya que la perspectiva que tenía era desde los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Capital Humano del grupo 16,17, y 18 de la Universidad Tecnológica de Querétaro.

El artículo Beneficios de la práctica musical en los niveles de educación básica obligatoria en México fue creado en 2021 por José María López Prado y Beania Salcedo Moncada, estos autores hablan de la música desde la educación básica, considero que es una buena manera de iniciar la investigación ya que desde temprana edad se debe impulsar la práctica de generar habilidades en el ser humano para un mejor desarrollo.
Estos autores dentro de su artículo mencionan que "La música se ha transferido de generación en generación y se ha consolidado a través de los siglos como una disciplina que favorece el aprendizaje, transmite conocimientos, genera placer, favorece las relaciones sociales y rememora sucesos a lo largo de la vida de todo individuo" (Prado, Moncada, 2021).
La música se ha vuelto una parte fundamental tanto en la historia como en otras áreas como lo es la educación, desde pequeños conocemos la música y mucha de ella está diseñada para lograr un avance en el desarrollo cognitivo, cuando nuestro oído percibe sonidos estos se interpretan de diferentes maneras en el cerebro, a veces funciona para la concentración y a veces para la memoria, aunque no se limita a solo estas 2 funciones cognitivas.
También se menciona que:
Desde que estamos en el vientre materno, los padres entonan palabras o frases con un carácter melodioso, expresando la ternura y el cariño hacia el nuevo ser que está por venir al mundo: una acción muy cercana al canto. La actividad del canto se continúa con mayor ahínco en las etapas de preescolar y primaria, tanto en la escuela como en el entorno familiar. Las canciones infantiles se podrían considerar una forma de transmisión de conocimiento con un marcado componente lúdico. Sin embargo, es algo que se va perdiendo en los siguientes ciclos de formación, a pesar de los beneficios que confiere a la formación integral del individuo (Prado, Moncada, 2021).
Como se mencionó anteriormente la música viene desde el momento que estamos en el vientre de nuestras madres, el oído percibe ondas de sonido que son llevadas al cerebro y de esa manera se empieza un proceso de comunicación y de comprensión de información, lo que permite que se empiece un proceso de aprendizaje que automáticamente utilice los sentidos para escuchar e interpretar información.
En 2019 prad Díaz Abrahán y Nadia Justel realizaron un artículo titulado Propuestas musicales para modular la memoria verbal emocional de adultos jóvenes con o sin entrenamiento musical, esta investigación tiene como objetivo Indagar el efecto del aprendizaje musical y el uso de intervenciones musicales focales sobre la memoria de tipo verbal, para lo cual se contó con la participación voluntaria de adultos jóvenes músicos y no músicos, los cuales aprendieron una lista de palabras, seguido de la participación en una actividad musical de reproducción o improvisación musical, contando con un grupo control de descanso (Abrahan, Justel, 2019).
Lo que me pudo aportar este artículo fue el proceso por el cual funciona la memoria cuando las personas están en interacción con varias actividades, la principal de este tema es el oír música. La memoria funciona de diferentes maneras conforme a las actividades que realizamos día a día, la población que se escogió para este tema es un sector de la población que usualmente emplean la música para realizar sus actividades día a día, y como consecuencia se han generado habilidades de diferentes maneras.
Las investigaciones realizadas en los últimos años indican que las actividades que involucran un quehacer musical generan grandes demandas a nivel neuronal y funcional del sistema nervioso. Esto se debe a la activación de estructuras cerebrales corticales y subcorticales del cerebro (Justel y Díaz Abrahán, 2012), y también al aumento en la conectividad entre diferentes áreas del encéfalo. Estos

cambios en la dinámica cerebral se reflejan, en última instancia, en el rendimiento y el desempeño cognitivo de las personas, tanto en aquellas funciones relacionadas directamente con la música, como lo es, por ejemplo, el razonamiento matemático o la atención. Sobre esta segunda línea, denominada transferencia lejana de la música, algunos estudios se han centrado en la memoria, entendida como la función que permite el almacenamiento de información aprendida que será evocada posteriormente con objetivos y demandas particulares (Abrahán, Justel, 2019).

La memoria juega un papel importante en la elaboración de actividades académicas y como se menciona en este artículo el oír música contribuye a una concentración más eficaz para realizar dichas actividades.

Método

Como método a realizar se utilizará la Investigación Acción donde la información que proporciona es "Diagnóstico de problemáticas sociales, políticas, laborales, económicas, etc., de naturaleza colectiva. Categorías sobre las causas y consecuencias de las problemáticas y sus soluciones" (Hernández, et al, 2014).

En el método es importante considerar el diseño de Investigación-Acción, a lo que Hernández dice

La finalidad de la investigación-acción es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente (grupo, programa, organización o comunidad) (Savin-Baden y Major, 2013; Adams, 2010; The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009l; Merriam, 2009; Elliott, 2004; Brydon-Miller, Greenwood y Maguire, 2003; y Álvarez-Gayou, 2003), frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas de acuerdo con el planteamiento (Creswell, 2013b; McVicar, Munn-Giddings y Abu-Helil, 2012; Somekh et al., 2005; y Elliot, 1991). Asimismo, se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para proyectos, procesos y reformas estructurales. Sandín (2003) señala que la investigación-acción pretende, esencialmente, propiciar el cambio social, transformar la realidad (social, educativa, económica, administrativa, etc.) y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación. Por ello, implica la total colaboración de los participantes en: la detección de necesidades (ya que ellos conocen mejor que y por tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene. www.elosopanda.com, jamespoetrodriguez.com, Diseños de investigación-acción 497 nadie la problemática a resolver), el involucramiento con la estructura a modificar, el proceso a mejorar, las prácticas que requieren cambiarse y la implementación de los resultados del estudio (Hernández, et al, 2014).

Permite comprender que el método ayuda a resolver problemas específicos, porque se centra en identificar y analizar problemáticas que afectan a un grupo en este caso los estudiantes del LGCH. El método investigación-acción y su aplicación garantiza que las soluciones propuestas estén respaldadas por el conocimiento y la experiencia acumulada.

De igual forma al momento de realizar Investigación-Acción Hernández explica que

De acuerdo con Álvarez-Gayou (2003), tres perspectivas destacan en la investigación-acción:

1. La visión técnico-científica. Esta perspectiva fue la primera en términos históricos, ya que parte del fundador de la investigación-acción, Kurt Lewin. Su modelo consiste en un conjunto de decisiones en espiral, las cuales se basan en ciclos repetidos de análisis para conceptualizar y redefinir el problema una y otra vez. Así, la investigación-acción se integra con fases secuenciales de acción: planificación, identificación de hechos, análisis, implementación y evaluación (Lewin, 1946).
2. La visión deliberativa. Se enfoca principalmente en la interpretación humana, la comunicación interactiva, la deliberación, la negociación y la descripción detallada. Le incumben los resultados, pero sobre todo el proceso mismo de la investigación-acción. John Elliott propuso esta visión como una reacción a la fuerte inclinación de la investigación educativa hacia el positivismo. Propone el concepto de triangulación en la investigación cualitativa (Elliott, 1991).

3. La visión emancipadora. Su objetivo va más allá de resolver problemas o desarrollar mejoras a un proceso, pretende que los participantes generen un profundo cambio social por medio de la investigación. El diseño no sólo cumple funciones de diagnóstico y producción de conocimiento, sino que crea conciencia entre los individuos sobre sus circunstancias sociales y la necesidad de mejorar su calidad de vida.

En este sentido, Stringer (1999) señala que la investigación-acción es:

a) Democrática, puesto que habilita a todos los miembros de un grupo o comunidad para participar.
b) Equitativa, las contribuciones de cualquier persona son valoradas y las soluciones incluyen a todo el grupo o comunidad.
c) Liberadora, una de sus finalidades reside en combatir la opresión e injusticia social.
d) Detonadora de la mejora de las condiciones de vida de los participantes.

Se entiende que estas teorías ofrecen diferentes formas de realizar el método investigación-acción, dependiendo de los objetivos y metas del investigador. Al comprender los conceptos, el investigador puede elegir el método que mejor se adapte a sus objetivos y metas a alcanzar.

Se desarrolló un cuestionario para recopilar información sobre los hábitos de escuchar música de los estudiantes universitarios mientras estudian y realizan tareas. Pasando por diferentes filtros:

Esto puede incluir el interés de los estudiantes por la música durante el estudio, qué géneros musicales disfrutan durante esta actividad y por qué eligen utilizarla de fondo para concentrarse o simplemente como ruido de fondo.

Además, se exploraron recomendaciones científicas sobre qué géneros musicales son más beneficiosos y la participación de los estudiantes de probar estos géneros musicales. Se pidió y se animó a los encuestados a nombrar canciones específicas que pensaban que serían las más apropiadas para el estudio. Luego discutieron sus experiencias para evaluar si la música era efectiva para mejorar el rendimiento académico y la concentración. El objetivo del estudio es arrojar resultados sobre la relación entre música-aprendizaje y proporcionar datos útiles para los estudiantes.

Conclusiones

Para finalizar las conclusiones esperadas es conocer la frecuencia con la que los estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Capital Humano consideran la música como método de estudio y aprendizaje, lo que permite conocer si la mayoría lo realizan de manera regular además de a conocer la preferencia musical del mismo por cierto género y porque la elijan para las actividades académicas.

El cumplimiento del diseño del cuestionario ayudará las motivaciones para escuchar música mientras estudian para conocer las razones detrás de su elección como puede ser mayor concentración, retención de información, bloquear los ruidos externos que puedan distraer o directamente es un distractor constante y prefieren no escuchar música alguna.

El impacto académico que se tuvo, dependiendo de la forma de estudiar de cada uno se podría sacar una conclusión distinta sobre si escuchar conllevo algún beneficio basando es sus comentarios al finalizar el experimento de las canciones recomendadas y contando su experiencia con dichas pistas.

Bibliografía

Agué, M, Aldés, A & Andomo, R (2021). Consideraciones teóricas sobre la concentración de la atención en educandos.Udg.mx. https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/59/59_Machado.pdf

David, S. (2021). ¿Qué es Melodía? Crea Tu Música. https://creatumusica.art/2021/04/15/que-es-melodia-2/

David, S. (2022). Armonía Musical. Crea Tu Música. https://creatumusica.art/2022/09/21/armonia-musical/

David, S. (2023). Qué Es La Música. Crea Tu Música. https://creatumusica.art/2023/02/15/que-es-la-musica/

Díaz Abrahan, V., & Justel, N. (2019). Propuestas musicales para modular la memoria verbal emocional de adultos jóvenes con o sin entrenamiento musical. Epistemus Revista de Estudios en Música Cognición y Cultura, 7(1), 003. https://doi.org/10.24215/18530494e003

Gutiérrez, L (2020). Análisis de estrategias didácticas para el desarrollo dehabilidades auditivasen la educación básica. http://132.248.9.195/ptd2020/octubre/0804508/Index.html

Hernandez, S, Fernández, C, Baptista, L (2014). Metodología de la investigación.

Prado, Moncada, Beania. (2021). Beneficios de la práctica musical en los niveles de educación básica obligatoria en México. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672021000100139

Ruíz, C, Patiño, M, Romero, H, Salazar, J (2022). Investigación acción participativa e intervenciones sociomusicales. http://132.248.9.195/ptd2022/junio/0825871/Index.html

Swan, G (2020). Elementos imprescindibles de la música: El ritmo. Música para bodas. https://gruposwan.com/elementos-imprescindibles-de-la-musica-el-ritmo/

COMO AFECTA LA BAJA AUTOESTIMA, A LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA UTEQ

RESUMEN: El tema abordado en este estudio es la baja autoestima y sus efectos en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, específicamente en el grupo LGCH17 de la Universidad Tecnológica de Querétaro. Por esta parte se analiza la relación entre la baja autoestima y el autoconcepto. Donde se enfocó en un grupo con 22 alumnos de Licenciatura. Donde el objetivo es conocer cómo afecta la autoestima a una persona, Comprobando que el estrés, la inseguridad, la depresión afectan negativamente el aprendizaje. Se observó que altos niveles de estrés pueden tener un impacto negativo en la autoestima, y se ha descubierto que la inclusión de las mujeres en el mercado laboral se asocia con un aumento de la autoestima. De acuerdo a este estudio se utilizarán las técnicas de encuesta y observación no participante que será de gran ayuda para encontrar soluciones factibles que mejoren el rendimiento de los estudiantes. La autoestima, así entendida, influye y se expresa a través del comportamiento del sujeto en todas sus dimensiones y manifestaciones, tales como autoaceptación, afronta-miento, aceptación de los demás e interacciones sociales, entre otras.
El objetivo principal de este estudio es conocer cómo afecta la baja autoestima a los estudiantes universitarios y cómo ésta afecta su desempeño y aprendizaje académico y profesional al igual que comprender las causas subyacentes de este problema y de soluciones viables para elevar las expectativas de los estudiantes.

Palabras claves: Autoestima, inseguridad, aprendizaje y estudio.

ABSTRACT: The topic addressed in this study is low self-esteem and its effects on the academic performance of university students, specifically in the LGCH17 group of the Technological University of Queretaro. For this part, the relationship between low self-esteem and self-concept is analyzed. It focused on a group of 22 undergraduate students. The objective is to know how self-esteem affects a person, proving that stress, insecurity and -depression negatively affect learning. It was observed that high levels of stress can have a negative impact on self-esteem, and it has been found that the inclusion of women in the labor market is associated with an increase in self-esteem. According to this study, survey and non-participant observation techniques will be used, which will be of great help in finding feasible solutions to improve students' performance. Self-esteem, thus understood, influences and is expressed through the subject's behavior in all its dimensions and manifestations, such as self-acceptance, coping, acceptance of others and social interactions, among others.
The main objective of this study is to know how low self-esteem affects university students and how it affects their academic and professional performance and learning, as well as to understand the underlying causes of this problem and viable solutions to raise students' expectations.

Keywords: Self-esteem, insecurity, learning and study.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La autoestima es un factor importante a considerar en la vida de las personas en general y en particular, en el tema del desempeño y de las actitudes hacia las actividades académicas de los estudiantes y las estudiantes. La autoestima de una persona es la consideración que tiene hacia sí misma (Rice, 2000).

Un elevado nivel de estrés impacta en los sentimientos de respeto y aceptación de sí mismo, en otras palabras, en la autoestima (González y Landero, 2006, 2007, 2008a, 2008b; Taylor, 2007). Se ha reportado que las mujeres son más propensas a padecer trastornos, los cuales traen consigo una baja en su autoestima, que, en casos extremos, puede llegar a la depresión; cabe hacer notar que la inclusión de la mujer en el mercado laboral se asocia con el incremento de la autoestima (Elliot, 1996; González, Landero y Ruiz, 2008; Kessel y McRae, 1982).

El bienestar psicológico y mental se encuentra muy relacionado con un buen estado de salud mental por eso es importante el fomentar bienestar psicológico y mental para así prevenir patologías psicológicas, entre los datos más relevantes se determina como la segunda causa de muerte al suicidio que ocasiona el fallecimiento de alrededor de 800000 personas al año, además los trastornos mentales representan un 10% de la morbimortalidad del mundo (OMS, 2019).

Dentro de la investigación se desarrolla los actores mujeres y hombres de entre edades de 20 a 23 años de edad. Con esta investigación se utilizará la institución Universidad Tecnológica de Querétaro y se analizará el grupo LGCH17

Como tal los actores que se utilizaran son de sexo: mujeres y hombres de 20 a 23 años de edad. La institución participante es la universidad Tecnológica de Querétaro donde se tomarán como referencia los perfiles de Estudiantes de tiempo completo. Estudiantes (madres solteras), Como estudiantes que trabajan medio tiempo

El objetivo de esta investigación es analizar sobre la repercusión de la baja autoestima, en estudiantes universitarios y como afecta negativamente el rendimiento como el aprendizaje en su proceso académico/profesional

- ¿Determinar si la baja autoestima de los estudiantes de la UTEQ interviene en su rendimiento y su capacidad para lograr sus propósitos educativos?

Los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro cuentan con una baja autoestima esto afecta de manera negativa es su rendimiento al igual que en su estado de salud mental aumentando el nivel de estrés y en su capacidad para alcanzar sus objetivos educativos.

Un elevado nivel de estrés, preocupaciones, problemas personales, bajas notas, inseguridades de las mismas personas crean grandes problemas psicológicos bajo rendimiento en sus notas incluso se llega a las soluciones fáciles, y desesperadas como el suicido, esto ya se representa más que nada como un problema de muerte a nivel global.

Coopersmith citado por Eisenberg y Patterson (1981), considera que las personas con alta, media y baja autoestima, tienen diferentes expectativas para el futuro, difieren respecto del asertividad personal y tienen diferentes estilos básicos para enfrentar el estrés. Se señala que las personas con una autoestima alta enfocan las tareas y a las otras personas con la expectativa de que serán exitosas y bien recibidas

JUSTIFICACIÓN

La autoestima se refiere mas que nada a la confianza o seguridad que tiene una persona en si mismo esto desempeña un papel fundamental para el crecimiento académico, está siempre, está presente en nuestra conducta día a día. Sobre todo, al estar en esta época las tenciones y la violencia, la falta de valores, la aceptación en los grupos sociales es cada ves mas estresante. Para esta investigación es un tema crucial especialmente en el contexto de los estudiantes de la UTEQ.

Esta investigación se centra mas que nada en los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Querétaro específicamente en el grupo LGCH17, es esencial destacar que datos Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que el suicido es la segunda causa de muerte a nivel mundial. Estos estudiantes son de un grupo donde están en una etapa de desarrollo académico como profesional, Además se ha observado que las mujeres son las que sufren mas en este tipo de casos donde cuentan con mas trastornos que las llevan a su disminución

de autoestima como de seguridad, lo que muchas veces les causa la depresión.
Lo que se busca con esta investigación es el comprender como la baja autoestima afecta a los estudiantes de la UTEQ mas porque pueden tener expectativas negativas, en donde enfrentan estrés, y comenzar con problemas con bajos rendimientos y un desinterés de su aprendizaje. Donde podemos encontrar soluciones de buscar estrategias, apoyos que puedan mejorar su estilo de vida y así su rendimiento académico y profesional.

ANTECEDENTES

Rosenberg (1965) describe a la autoestima como el juicio que cada persona realiza de manera integral con respecto a lo que piensa de sí mismo, es decir su auto concepto, este tiene implicancia profunda en el auto conocimiento, y esto se traduce en una valoración de agrado y desagrado respecto a su juicio, además aquello tendrá repercusiones en cuanto a emociones y pensamientos.
Branden (1995) describe que la Autoestima es la variable que forma la valoración subjetiva que hacen los seres humanos hacia ellos mismos. A diferencia del auto concepto que es donde se trata las dimensiones emocionales y no cognitivas. Tener baja autoestima, es tener relación con la depresión y las conductas de riesgo, a diferencia de la autoestima alta que presenta un mayor bienestar psicológico, es por ello que la escala de autoestima de Rosenberg, es una prueba rápida y con buenas propiedades psicométricas, pues es el instrumento más usado para la evaluación de la autoestima en la práctica clínica y en la investigación científica.
Mamani (2018) explica que la baja autoestima forma una negativa percepción sobre uno mismo, y esta se convierte en un factor que puede limitar en la vida diaria de cualquier persona, también conlleva a otros tipos de problemas y estos pueden ser, los síntomas de ansiedad, problemas de conducta, depresión, adicciones, estrés, etc. Asimismo, algunos de los síntomas principales que pueden advertir una baja autoestima son los siguientes: falta de seguridad en mí mismo, falta de esfuerzo por conseguir lo que quieren, falta de relaciones personales, por temor a hacerlo mal o al rechazo.

TEORIA

Yagosesky (1990) menciona que la **autoestima** es considerada como la capacidad de experimentar la existencia, de ser conscientes de nuestro potencial y nuestras necesidades reales, de amarnos incondicionalmente y confiar en nosotros para lograr objetivos, independientemente de las limitaciones que podamos tener o de las circunstancias externas generadas por los distintos contextos en los que nos corresponda interactuar. Es la predisposición a saberse apto para la vida y para satisfacer las propias necesidades, el sentirse competente para afrontar los desafíos que van apareciendo y merecedor de felicidad.

- Sentido de eficacia personal "autoeficacia": es la confianza en el funcionamiento de la mente en la capacidad de pensar en los procesos por los cuales se juzga, se elige y se decide. Confianza en la capacidad de comprender los hechos de la realidad que entran en el campo de los intereses y necesidades, y en ser capaz de conocerse a sí mismo (Orduña, 2003).

El autoconcepto es un constructo psicológico de gran relevancia dentro del campo de la psicología, se considera crucial en el desarrollo de la personalidad y el bienestar psicosocial, se reconoce su importancia en el estado emocional, competencia social, consolidación de la identidad y sentido de satisfacción personal (Montoya, Pinilla & Dussan, 2018; Navajas, 2016; Cazalla-Luna & Molero, 2013 y Goñi, 2009). Tiene un importante papel en el control emocional, en la dirección de las conductas, en las expectativas y en la motivación para el logro de metas (Naranjo, 2006).

Clínico (2022) Menciona que la **inseguridad emocional** es una sensación de nerviosismo, malestar o temor asociado con diversas situaciones, tanto sociales como de toma de decisiones. La inseguridad puede ser desencadenada por la percepción de uno mismo como vulnerable, o una sensación de inestabilidad emocional que amenaza la propia autoimagen.

Las personas inseguras no tienen confianza en sí misma, ni en su valía, ni en sus capacidades, y carecen de confianza en los demás. Pueden pensar que los demás les defraudarán, y, asimismo, temerán defraudar ellos mismos a los demás.
La inseguridad puede promover estados de timidez, paranoia o aislamiento social. Puede estimular conductas compensatorias, como la agresividad, la arrogancia o el narcisismo. Asimismo, es un síntoma asociado a diversas patologías, como la fobia social, las obsesiones, problemas de autoestima, etc. Casi siempre causa cierto grado de aislamiento: cuanto mayor es la inseguridad, mayor es el grado de aislamiento.

Definición según José Ignacio Alonso García (2018) «El **aprendizaje** es un cambio relativamente permanente en el comportamiento, que refleja una adquisición de conocimientos o habilidades a través de la experiencia, y que puede incluir el estudio, la instrucción, la observación o la práctica»

METODO

Mi investigación es estudio de caso ya que yo formo parte de la muestra que estoy analizando y con sus mismas circunstancias y problemáticas.

Como bien dice Stake (1995): “El estudio de caso es el estudio de la particularidad y la complejidad de un caso, por el que se llega a comprender su actividad en circunstancias que son importantes” (pág. XI). Al explicar brevemente lo que entiende por estudio de caso, Stake señala que este parte de los métodos de investigación naturalistas, holísticos, etnográficos, fenomenológicos y biográficos. No presta la misma atención a los estudios de caso cuantitativos que se sirven de una batería de mediciones, ni a los estudios de caso diseñados con fines docentes, como en el ámbito de la justicia o el de la empresa.

El estudio de caso es una investigación exhaustiva y desde múltiples perspectivas de la complejidad y unicidad de un determinado proyecto, política, institución, programa o sistema en un contexto “real”. Se basa en la investigación, integra diferentes métodos y se guía por las pruebas. La finalidad primordial es generar una comprensión exhaustiva de un tema determinado (por ejemplo, en una tesis), un programa, una política, una institución o un sistema, para generar conocimientos y/o informar el desarrollo de políticas, la práctica profesional y la acción civil o de la comunidad. (Capítulo Primero, Subtítulo: Un estudio de caso es una indagación empírica que, parr. 6)

Stake (1995) explica que un error común es pensar que el estudio de caso es sinónimo del método cualitativo; si bien muchos estudios de caso utilizan el método cualitativo, esto no es lo que lo define; para el autor lo que define el estudio de caso es la singularidad del fenómeno que estudia (citado en Simons, 2009).

Como bien lo explica Sake es una investigación adecuado a un conocimiento en concreto, que se quiere investigar a profundidad sobre un tema en específico, en este caso será utilizado para esta investigación que habitualmente se utiliza más para la investigación social, educativa entre muchas más, siendo este el caso esta investigación es un caso educativo-social en donde nos queremos enfocar en estudiantes universitarios buscando comparar y comprender los diferentes aspectos del problema de investigación, como bien lo menciona nuestro autor muchas veces nos confundimos en

que el estudio de caso se refiere a sinónimo de método cualitativo, pero este tiene como objetivo, recopilar datos a partir de cuestionarios, entrevistas, observación donde se pueden realizar preguntas abiertas para obtener una visión mas amplia de lo que se quiere saber.

Es por ello que se utilizaran dos tipos de técnicas para obtener datos para tal estudio que nos ayude a, conocer mas afondo de las razones que afectan negativamente al desempeño de los estudiantes universitarios de la UTEQ.

TECNICAS

Para recabar los datos en esta investigación hare uso de una encuesta y la observación no participante. Donde se realizará una encuesta con 25 preguntas que serán aplicadas al grupo LGCH17 En la división Económica administrativa de la Universidad Tecnológica de Querétaro donde se espera tener el resultado a mas tardar en 4 días para poder comenzar con su análisis y poder comprender la situación. Esta técnica nos ayuda a obtener datos de modo rápido y eficaz de como se sienten y piensan los estudiantes de acuerdo a su autoestima y como su rendimiento puede mejorar o afectar a sus notas como a su vida profesional, personal y académica.

Es necesario cuidar todos los detalles, desde la planificación hasta el análisis de los datos. Una preparación inicial detallada de las preguntas y del modelo de distribución garantizará una recolección de datos de buena calidad. Para recolectar datos válidos y confiables sobre la población objetivo, es importante realizar correctamente el muestreo de su base de contactos.
Como bien lo explica (Euroinnova Formación, 2023) La metodología de lo que es una encuesta y cuál es su función estudia el muestreo en profundidad de unidades individuales de una población y la administración de técnicas de recogida de datos sobre esa muestra. Incluye instrumentos o procesos que formulan diferentes tipos de preguntas a una muestra predefinida, para llevar a cabo la recogida de datos y aumentar la tasa de respuesta de la encuesta.

Cuestionario de autoestima		
	Me describe	**No tiene nada que ver conmigo**
Me siento inseguro de mi cuerpo		
Me considero una persona feliz		
Mas de una vez he desado ser otra persona		
Me cuesta mucho expresarme		
Me siento presionado por mi familia o personas que me rodean		
Si las cosas sales mal es mi culpa		
Siento que mi autoestima ha influido en mi motivacion para estudiar y aprender		
Me siento feliz con mi cuerpo		
Mis sentimientos me los reservo solamente para mi		
Me aterran los cambios		
Acepto de buena manera la critica constructiva		
estoy seguro de mi mismo		
Puedo tomar decisiones facilmente		
Nunca me preocupo por nada		
Siempre hago lo correcto		
Me siento orgullosa de mi mismo		
Soy una persona prganizada		
Soy simpatico y agradable siempre		
Acepto los retos sin pensarlo		
Acepto la manera de ser de los demas		

Como siguiente técnica está la de observación no participante supone todo lo contrario, es decir, el investigador asume un rol pasivo, tan solo de recopilar datos, sin interferir en el normal comportamiento de lo que está investigando.
Como bien lo explica (Técnicas de investigación social - observación externa o no participante, s. f.- b)En la **observación externa o no participante**, el investigador se mantiene al margen del fenómeno estudiado, como un espectador pasivo, que se limita a registrar la información que aparece ante él, sin interacción, ni implicación alguna. Se evita la relación directa con el fenómeno, pretendiendo obtener la máxima objetividad y veracidad posible.

O en ocasiones es el único recurso porque frecuentemente el investigador no pertenece ni desarrolla interacción directa con la población observada (imaginemos por ejemplo la observación de conductas familiares, o de relaciones afectivas).

Dentro de las opiniones favorables, se tienen aquellas en las cuales se indica que este instrumento (la observación) permite la recolección de datos directamente de campo, teniendo un mejor acercamiento a lo que se está investigando, sin embargo, hay otras opiniones que sostienen que la presencia del investigador en la observación (ya sea participante o no), de todas maneras, ocasiona una distorsión en cuanto al comportamiento normal de los observados.

Esta técnica como tal se va ir desarrollando a lo largo de esta investigación para poder comparar los cambios que hubo antes y después de la encuesta para así buscar alternativas que ayuden a la mejora de los estudiantes
el investigador se mantiene al margen del fenómeno estudiado.

CONCLUSIONES

Para terminar esta investigación resalta la importancia de la autoestima en la vida de las personas, especialmente en el contexto universitario. Se ha demostrado que un elevado nivel de estrés puede impactar negativamente en la autoestima, y se ha observado una correlación entre la inclusión de las mujeres en el mercado laboral y un aumento en la autoestima.

De acuerdo a, este estudio se centra en la importancia de la autoestima para el rendimiento académico y la salud mental de estudiantes universitarios, específicamente para el grupo LGCH17 de la Universidad Tecnológica de Querétaro. Se ha demostrado que la baja autoestima está relacionada con un peor rendimiento académico, un aumento del estrés y problemas de salud mental, que pueden tener consecuencias graves como la depresión y el suicidio.

Se considera que el desarrollo de la vida académica y personal de los estudiantes depende fundamentalmente de su sentido de sí mismos, particularmente en entornos donde las tensiones, la violencia y la falta de valores son cada vez más pronunciadas. La investigación se centra en comprender cómo los bajos niveles de estos estudiantes la autoestima los afecta, generando expectativas negativas, estrés y problemas de desempeño. Además, de todo esto es que esto se refleja mas en las mujeres, siendo ellas las que sufren mas baja autoestima e inseguridad, al igual que se incluyo un estudio de caso que será de ayuda para poder analizar más profundidad la situación. Lo que se busca con esta investigación es encontrar soluciones efectivas que mejoren la autoestima de los estudiantes de la UTEQ, ya que como sabemos es un factor de suma importancia en la vida de cualquier persona, pero sobre todo en el caso de los estudiantes que con esto tiene implicaciones para su éxito profesional como personal.

BIBLIOGRAFIA:

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE AUTOESTIMA Y ESTRÉS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. (2011, 1 enero). Enseñanza e Investigación en Psicología. Recuperado 3 de octubre de 2023, de https://www.redalyc.org/pdf/292/292159630008.pdf

Vista de autoestima y bienestar psicológico en estudiantes universitarios | Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. (s. f.-b). https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4121/6291

Definición de autoestima según varios autores | Monografías plus. (s. f.). https://www.monografias.com/docs/Definici%C3%B3n-de-autoestima-seg%C3%BAn-varios-autores-P3GRJ4CMZ

Psicología, A. E. (s. f.). *Autoestima, teorías y su relación con el éxito personal*. https://www.alternativas.me/numeros/30-numero-41-febrero-julio-2019/190-autoestima-teorias-y-su-relacion-con-el-exito-personal

Eg, D. (2020). La autoestima: ese gran deseado. *DIDASCALIA EG*. https://didascalia.es/la-autoestima-ese-gran-deseado/

El autoconcepto en universitarios y su relación con rendimiento escolar. (s. f.). Revista. Recuperado 6 de octubre de 2023, de https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/53/53_ChavezBecerra.pdf

Ocampo, D. S. (2022). El estudio de caso. *Investigalia*. https://investigaliacr.com/investigacion/el-estudio-de-caso/

OMS. (2019). *Salud mental*. https://www.who.int/es/news-room/facts-in-pictures/detail/mental-health

Ramonalfonso. (2017, 19 noviembre). *La observación participante y no participante*. Hay una luz que nunca se apaga. https://ramonchung.wordpress.com/2017/11/19/la-observacion-participante-y-no-participante/

Clinico, M. E. P. (2022). Inseguridad. *Psicólogos en Madrid*. https://www.manuelescudero.com/que-es-la-inseguridad-y-como-tratarla/

Reyes, E. (2022, 22 abril). *▷ Definición de aprendizaje según autores ⭐ ≫ 【2022】*. Emprendedor Inteligente. https://www.emprendedorinteligente.com/definicion-de-aprendizaje-segun-autores/

Euroinnova Formación. (2023c). Blogs educativos primaria. *Euroinnova Business School*. https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-es-una-encuesta-y-cual-es-su-funcion

Técnicas de investigación social - observación externa o no participante. (s. f.-b). https://sites.google.com/view/tecnicasdeinvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-4-las-tecnicas-estructurales-entrevista-grupo-de-discusion-observacion-y-biografia/tecnicas-de-observacion/observacion-externa-o-no-participante

AUTOESTIMA: UN FACTOR RELEVANTE EN LA VIDA DE LA PERSONA Y TEMA ESENCIAL DEL PROCESO EDUCATIVO. (2003b, diciembre 7). *Revista Electrónica «Actualidades Investigativas en Educación»*. Recuperado 5 de octubre de 2023, de https://www.redalyc.org/pdf/447/44770311.pdf

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE AUTOESTIMA Y ESTRÉS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. (2011b, junio 1). *Enseñanza e Investigación en Psicología*. Recuperado 5 de octubre de 2023, de https://www.redalyc.org/pdf/292/29215963008.pdf

La disciplina de actividad física en los estudiantes de LGCH

Jocelyn Gallegos Juárez
Josué Huerta Maldonado

RESUMEN

A nivel estudiantil se observan problemas relacionados con la actividad física, sin embargo, los jóvenes universitarios no realizan actividad que está relacionada con movimiento físico y muscular. Siendo el caso de las universidades, donde la población estudiantil tiene menos tiempo libre para realizar cualquier tipo de ejercicio, además que por múltiples razones los bajos niveles de activación física conllevan al sedentarismo unido a los malos hábitos alimenticios, llevando como consecuencia trastornos y enfermedades como lo son la obesidad, ansiedad y depresión. Es por ello que la presente investigación se analizar la disciplina de activación física de los alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro, específicamente de los grupos LGCH16, LGCH17 Y LGCH18 pertenecientes a la carrera de Licenciatura de Gestión de Capital Humano, teniendo participación en el estudio 63 sujetos, la edad de los participantes fluctuó entre los 20 y 42 años, determinando la relación existente entre la actitud hacia la actividad física y autoestima de los estudiantes por lo cual el estudio se abordara desde la perspectiva de la inteligencia emocional explorando la salud mental en esta población. La investigación se llevar a cabo en la Universidad Tecnológica de Querétaro en la División Económica-Administrativa. Generación 2023-2025, cuatrimestre septiembre-diciembre.

ABSTRAC

At the student level, issues related to physical activity are observed; however, university students are not engaging in activities that involve physical movement and musclar. This is especially the case in universities, where the student population has less free time to engage in any form of exercise. Additionally, for various reasons, low levels of physical activity contribute to a sedentary lifestyle coupled with poor eating habits, leading to disorders and diseases such as obesity, anxiety, and depression as consequences.

Therefore, this research aims to analyze the physical activity discipline of students at the Universidad Tecnologica de Querétaro, specifically from the LGCH16, LGCH17, and LGCH18 groups within the Human Capital Management program. The study includes 63 participants ranging in age from 20 to 42 years old. It aims to determine the relationship between students' attitudes toward physical activity and self-esteem. The study will be approached from the perspective of emotional intelligence, exploring mental health in this population. The research will be conducted at the Universidad Tecnologica de Querétaro in the Economic-Administrative Division, for the 2023-2025 academic cohort, during the September-December period.

INTRODUCCION

A nivel estudiantil se observan problemas relacionados con la actividad física, sin embargo, los jóvenes universitarios no realizan actividad que esté relacionada con movimiento físico y muscular. Siendo el caso de las universidades, donde la población estudiantil tiene menos tiempo libre para realizar cualquier tipo de ejercicio, además que por múltiples razones los bajos niveles de activación física conllevan al sedentarismo unido a los malos hábitos alimenticios llevando como consecuencia trastornos y enfermedades como lo son la obesidad, ansiedad y depresión.

Existe una conceptualización de la activación física que generalmente trae beneficios en la salud física y psicológica en los adolescentes universitarios, y según otras investigaciones

mencionan que en la actualidad es muy preocupante que las personas, aun conociendo los beneficios que produce la actividad física no practican ningún tipo de actividad deportiva, desarrollando actividades sedentarias convirtiéndose en un problema de salud pública.

Es por ello que la presente investigación se analizará la disciplina de activación física de los alumnos de la Universidad Tecnológica de Querétaro, específicamente de los grupos LGCH16, LGCH17 Y LGCH18 pertenecientes a la carrera de Licenciatura de Gestión de Capital Humano, teniendo participación en el estudio 63 sujetos, la edad de los participantes fluctuó entre los 20 y 42 años, determinando la relación existente entre la actitud hacia la actividad física y autoestima de los estudiantes por lo cual el estudio se abordara desde la perspectiva de la inteligencia emocional explorando la salud mental en esta población. La investigación se llevar a cabo en la Universidad Tecnológica de Querétaro en la División Económica-Administrativa. Generación 2023-2025, cuatrimestre septiembre-diciembre.

En términos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), la actividad física es: "los movimientos corporales que son realizado por los músculos, que generen considerable consumo de energía. En adición, la OMS advierte que actividad física no debe ser confundida con el ejercicio, puesto que este último es una subcategoría de la actividad física, que es planeada, y se hace con el fin mejorar algunos componentes del estado físico, mientras que la actividad física puede ser efectuada en tiempos de ocio o con el simple hecho de trasladarse de un lado a otro.

En la actualidad no es ningún tipo de descubrimiento mencionar que el sedentarismo tiene un efecto negativo sobre la salud tanto física como psicológica.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios ofrecen recomendaciones de salud pública basadas en pruebas sobre la cantidad de actividad física que deben realizar niños, adolescentes, adultos y personas mayores en términos de frecuencia, intensidad y duración para obtener beneficios de salud significativos y mitigar los riesgos para la salud (OMS, 2020), "quienes realizan actividad física gozan de mejor salud y tienen menor riesgo de padecer dolencias, en comparación con las personas inactivas" (INEGI, 2022).

Existen diferentes aspectos que intervienen de manera positiva o negativa en el nivel de Actividad física que presenta la población estudiantil universitaria, por lo que conocer estos aspectos es fundamental para promover la Actividad física y, por ende, mejorar la salud en esta población, por lo que la actividad física no se prioriza lo suficiente para que los jóvenes la practiquen, siendo asi una de las disciplinas menos llevadas a cabo.

No obstante, podemos mencionar que existe un porcentaje de alumnos que al menos realizan una disciplina, ya sea de gimnasio, deporte y ejercicios. A pesar de esto, la practica físico-deportiva es menor al sedentarismo, teniendo una afectación a la actividad cerebral, teniendo que el ejercicio es un comportamiento que mejora los movimientos musculares y nerviosos, manteniendo un significativo desarrollo y estimulo de las conexiones en el cerebro relacionada con la memoria y el aprendizaje.

La relación física y el bienestar psicológico puede ser bidireccional, es decir, que no solo la actividad física mejora el bienestar psicológico, si no que de igual manera el buen estado de ánimo y la buena salud mental llevan a motivar a los jóvenes universitarios a fomentar las actividades físicas, produciendo la serotonina y dopamina, que son neurotransmisores relacionados con la sensación de gas y bienestar, ayudando a reducir los síntomas de depresión y tristeza.

Hacer actividad física moderadamente como caminar o hacer deporte, trae grandes beneficios para la salud, y con actividades simples durante la rutina diaria se pueden

alcanzar los niveles recomendados de actividad física, estos niveles recomendados traen beneficios como el mejoramiento de la capacidad respiratoria y muscular, fortalece los huesos, es de vital importancia para el control de peso, reduce los riesgos de caídas o debilitamientos lumbares, además que escatima el riesgo de padecer hipertensión, cardiopatía coronaria, la diabetes, accidentes cardiovasculares, y ayuda a combatir diferentes tipos de cáncer.

Teniendo como objetivo general el determinar la actividad física en los 3 grupos de la carrera de LGCH, midiéndolos mediante encuestas logrando que al menos el 70% realice cualquier tipo de actividad física en un plazo de 3 meses, considerando que la mayoría de los alumnos no tienen tiempo para realizarlo.

En la actualidad, los modelos de promoción de actividad física presentan dificultades para abordar el problema principal, ya que no es la forma correcta de cómo se entiende y se promociona la salud. Es de tal envergadura el problema que, según organismos internacionales, el sedentarismo debe considerarse como un problema de salud pública (OMS, 2018).

La adolescencia es una época en la que ocurren cambios significativos en el cuerpo humano, la adolescencia es una época en la que el cuerpo aún se está desarrollando, por lo que los adolescentes pueden sentirse extraños con su cuerpo e incómodos con su apariencia. La autoestima de un adolescente ahora se puede mejorar a través del deporte. Está claro por qué el ejercicio es una buena idea si se consideran todos los beneficios para la salud de la actividad física. Lo mejor del ejercicio es que puedes empezar a hacerlo en cualquier momento. Además, la actividad física tiene un efecto positivo en la salud física y mental de la persona, la práctica de deporte tiende a crear vínculos sociales fuertes y duraderos, es una gran oportunidad para conocer personas con intereses similares y hacer deporte con un amigo.

Del mismo modo, incluyendo la pregunta de ¿Qué factores aumentan a la falta de actividad física entre los alumnos universitarios?

En la investigación se pueden encontrar diversas limitaciones, una de las más importantes es sobre todo la falta de tiempo, además que es poco probable que los alumnos nos den indagar por los rasgos de personalidad con respecto a la actividad física y deportiva, en función del grado de percepción y actitud del alumno hacia las disciplinas deportivas, siendo asi, la utilización de una metodología cualitativa ya que es posible llegar a las diversas barreras o mecanismos de justificación que los estudiantes utilizan para la ausencia de la actividad física y deportiva.

Por lo general el tener en cuenta la frecuencia con la que se da la actividad física es muy nula, por lo que el empezar a practicarla llevara a promover un buen estilo de vida activo y saludable, ya que mientras el aprendizaje y la salud del cerebro mejoran mediante el ejercicio, el cuerpo produce sustancias químicas que hacen sentir bien cuando haces ejercicio, además que la actividad física reduce la ansiedad y la probabilidad de desarrollar depresión, manteniendo un peso saludable. A medida que se envejece, el ejercicio regular mejora la calidad de vida (la capacidad de disfrutar).

Hoy en día, se aconseja a los adolescentes que deben realizar 60 minutos o más de actividad física de moderada a vigorosa cada día. Se puede deducir que el aprendizaje y la salud del cerebro mejoran mediante el ejercicio. Actualmente nos encontramos en la era de la tecnología y claro, es inevitable que los jóvenes estén conectados, por lo tanto, el resultado es un estilo de vida excesivamente sedentario cuando se suman las horas que se pasan frente al teléfono móvil, la tableta o la consola de juegos, a las horas que se pasan en la escuela y las horas que se pasan haciendo los deberes en casa. Por otro lado, la falta de interés es una de las principales razones por las que las personas dejan de hacer ejercicio;

Por lo regular, si algo no te gusta, es difícil seguir haciéndolo.

La adolescencia es una época en la que se producen cambios importantes en el cuerpo humano, la adolescencia es una época en la que el cuerpo aún se está desarrollando, por lo que los adolescentes pueden sentirse extraños con su cuerpo e incómodos con su apariencia. La autoestima de un adolescente se puede aumentar practicando deporte en esta época. Queda claro por qué el ejercicio es una buena idea si se consideran todos los beneficios para la salud de la actividad física. Lo mejor del ejercicio es que puedes iniciarlo en cualquier momento.

Además, la actividad física tiene un impacto positivo en la salud física y mental de una persona, el deporte tiende a ayudar a formar vínculos sociales sólidos y duraderos, es una excelente forma de conocer gente que comparte tus intereses es practicar deporte con un amigo.

Para la presente investigación se tomaron en cuenta algunas teorías etimológicas , como por ejemplo, que gracias a la tesis hábitos alimentarios, actividad física y su asociación con el estrés académico en estudiantes universitarios de primer año de ciencias de la salud, podemos identificar las diferentes variables de hábitos alimentarios, y por qué el ámbito académico genera consecuencias de desadaptación alimentarios, siendo asi que segregan las variables independientemente podemos determinar que los hábitos alimentarios de la muestra universitaria estudiada fueron en su mayoría hábitos alimentarios adecuados (96,1%).

A pesar de la prevalencia de hábitos alimentarios adecuados encontrados en la muestra de estudiantes universitarios peruanos; otras investigaciones encontraron predominantes hábitos alimentarios inadecuados de forma particular en la omisión del desayuno, la baja ingesta de frutas, lácteos y pescados. El nivel de actividad física más practicado dentro de la muestra universitaria fue el moderado llegando a un 50% de la muestra total. (Galdo y Urrutia, 2021)

-Hoy en día, nadie discute los beneficios de la actividad física sobre el organismo, no en vano se ha documentado su utilidad a nivel preventivo y/o como tratamiento en al menos 26 patologías, un número que casi con total seguridad continuará ascendiendo. Sin embargo, la inactividad física ha invadido nuestra forma de vida y es una de las principales causas de muerte en los países desarrollados. Tal como predijo en 2001 el epidemiólogo Gunnar Erikssen: “el hombre moderno morirá debido a la falta de actividad física”.

Resulta interesante la diferencia entre los perjuicios que produce pasar tiempo sentado frente a hacerlo delante de la televisión, siendo más perjudicial este último. Si bien podrían entenderse como patrones sedentarios equivalentes, el riesgo de mortalidad que produce el tiempo que pasamos viendo la televisión es considerablemente superior. Hoy en día, no hay consenso científico sobre porque el tiempo que pasamos viendo la televisión es más negativo para nuestra salud que pasar tiempo sentado.

En relación con las frecuentes interrupciones activas a lo largo de un periodo de inactividad física, recientemente, se ha comenzado a estudiar los efectos beneficios de realizar pequeñas dosis de ejercicio intercaladas en un periodo prolongado de tiempo sentado, después de que Healy et al. en 2008 observaran las mejoras que estas “interrupciones” produjeron en el perímetro de la cintura, índice de masa corporal, y los niveles de triglicéridos y glucosa circulantes. (Peréz, et al. 2017). Dando como resultado que nos ayuda a entender el otro lado de la moneda, la razón del porque los jóvenes están encapsulados en el sedentarismo

- En el estudio de Factores de protección de la salud mental en universitarios, teniendo énfasis en la actividad física e inteligencia emocional, teniendo como desarrollo bajo una metodología cuantitativa con diseño no

experimental, de tipo comparativo y corte transversal siguiendo lo propuesto por Abreu, el estudio tuvo como objetivo analizar la diferencia entre inteligencia emocional y la actividad física en estudiantes universitarios, a representa unos retos o ajustes en los hábitos que desarrollan las personas, esto puede provocar ciertas consecuencias que perjudican el estado de salud.

Al considerar que la inteligencia emocional está relacionada con el control de impulsos, la motivación, la perseverancia y la adaptabilidad, y que estas a su vez conforman rasgos de carácter como la autodisciplina, siendo esta una característica necesaria para desempeñar el papel de estudiante.

La claridad emocional es considerada como la capacidad de identificar las emociones y sentimientos, comprendiendo su participación en el ámbito cognitivo, ayudando a la presente investigación permite contemplar desde las diferentes perspectivas fortaleciendo la orientación y la descripción de la inteligencia Emocional, implementando la actividad física, del mismo modo beneficiando crecimiento de los universitarios (Ortiz, et al. 2020)

-En el proyecto llamado Actividad física y bienestar psicológico de los adolescentes escolares (2018), menciona que la relación que existe entre actividad física y bienestar psicológico en los adolescentes que están cursando el cuarto grado de educación secundaria, cuestionándonos, ¿Cuál es la relación que existe entre actividad física y bienestar psicológico en los adolescentes que están cursando el cuarto grado de educación secundaria?

La presente investigación aplico el método no experimental, debido a que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes, considerando que en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para posteriormente. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo bajo determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o tal condición (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Este proyecto nos proporciona los diferentes beneficios psicosociales y cognitivos, con respecto a la actividad física, incluyendo las variables de estrategias para evaluar los aspectos ya mencionados, permitiéndonos promover el aumento de los niveles de actividad física, creando un impacto positivo en el estado mental de los estudiantes universitarios.

Para entrar un poco mas en contexto, se presentan algunas definiciones de conceptos, con el fin de tener mejor comprensión de la investigación.

Actividad física según OMS, es una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora, el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física. La actividad física abarca el ejercicio, pero también otras actividades que entrañan movimiento corporal y se realizan como parte de los momentos de juego, del trabajo, de formas de transporte activas, de las tareas domésticas y de actividades recreativas. Aumentar el nivel de actividad física es una necesidad social, no solo individual. Por lo tanto, exige una perspectiva poblacional, multisectorial, multidisciplinaria, y culturalmente idónea, (OMS.2020).

Hábitos alimenticios; cabe destacar que uno de los principales factores de riesgo para la salud en el mundo son las dietas insalubres y la falta de actividad física, para que una dieta sea equilibrada y saludable debería estar determinada por las características que presenta cada persona (edad, sexo, hábitos de vida y grado de actividad física), el contexto cultural en el que se encuentran y los alimentos disponibles en el lugar y los hábitos alimentarios. No obstante, los principios básicos de la alimentación saludable siguen siendo los mismos. (OMS, 2018*).*

Un estilo de vida *de sedentarismo* puede tener efectos negativos sobre la salud a largo plazo.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el comportamiento tipo 1 es cualquier comportamiento que consuma menos de 1,5 MET (una unidad de tasa metabólica) mientras está sentado, acostado o acostado. MET es el consumo mínimo de oxígeno que requiere el organismo para mantener los signos vitales.

La falta de actividad física regular está relacionada con un mayor riesgo de padecer diversas enfermedades, entre ellas obesidad, enfermedades cardíacas, diabetes, presión arterial alta, depresión y ansiedad, por nombrar algunas otras. Además, puede contribuir a la pérdida general de aptitud física, pérdida de masa muscular y disminución de la flexibilidad y la resistencia

*Depresión; s*e producen muchos otros síntomas, como dificultad para concentrarse, sentimientos de culpa o autoestima excesiva, falta de esperanza para el futuro, pensamientos de muerte o suicidio, alteraciones del sueño, cambios en el apetito o el peso y una aparente sensación de fatiga o privación. energía. Las personas con depresión tienen más probabilidades de suicidarse. Sin embargo, existen tratamientos psicológicos eficaces y, según la edad y la gravedad, también se pueden considerar medicamentos (Organizadores Gráficos, 2023).

Ansiedad; es la respuesta natural del cuerpo a situaciones estresantes o peligro percibido. Hay diferentes tipos: trastorno de ansiedad generalizada (caracterizado por preocupación excesiva), trastorno de pánico (caracterizado por ataques de pánico), trastorno de ansiedad social (caracterizado por miedo y ansiedad excesivos en situaciones sociales) y trastorno de ansiedad por separación (que es miedo o ansiedad excesivos cuando te enfrentas a la separación de personas con las que tienes una conexión emocional profunda), etc. Existen tratamientos psicológicos eficaces y, según la edad y la gravedad, también se pueden considerar medicamentos (Organizadores Gráficos, 2023).

Por otro lado, se encuentran algunos de los beneficios de realizar actividad física, como lo es, *Ayuda a mantener un peso corporal saludable;* se ha demostrado que la actividad física regular ayuda a prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardíacas, los accidentes cerebrovasculares, la diabetes y varios tipos de cáncer. También ayuda a prevenir la hipertensión, a mantener un peso corporal saludable y puede mejorar la salud mental, la cálida de vida y el bienestar (OMS, 2022)

*Hacer ejercicio estimula tu vida sexual; e*l ejercicio nos mantiene activos y evita que nos sintamos demasiado cansados o perdamos la vitalidad necesaria para disfrutar de una vida sexual plena. La actividad física es buena para el ser humano al afectar positivamente tanto al cuerpo como a las emociones, una combinación idónea para las relaciones íntimas. Su práctica hace que se generen más endorfinas y testosterona en el caso de los hombres, por lo que aumenta el apetito sexual. (Marketing BMG, 2019).

*Ayuda a promover una salud mental positiva; s*e ha demostrado que el ejercicio regular tiene un impacto positivo en nuestra salud mental. No se comprende completamente el mecanismo exacto por el cual el ejercicio beneficia nuestra salud mental. Lo que se sabe es que el ejercicio regular puede estimular la liberación de endorfinas, además de ayudar a reducir el estrés y promover un sueño saludable, que pueden trabajar en conjunto para mejorar nuestro estado de ánimo.

No obstante, el deporte es una opción aún mejor, siempre que se realice al menos tres o cuatro veces por semana. Si se desea incrementar el nivel de intensidad y no se ha realizado deporte antes, es aconsejable someterse a un chequeo médico para evaluar qué tipo de ejercicio es el más adecuado (Briceño, 2022)

*Reduce las ansias de fumar; e*l ejercicio puede ayudarte a aliviar algunos de los síntomas de ansiedad y temblor (sacudidas involuntarias, generalmente en las manos). La gente decía

que tenía menos ganas de fumar después de hacer ejercicio que antes. Por qué no está del todo claro, el ejercicio podría servir como distracción, mientras que la actividad física también podría mejorar el estado de ánimo de la gente, que así no tendrían la necesidad de sentirse mejor fumando, dijo Taylor. (Staff, 2012).

La actividad física te pone de buen humor; numerosos estudios científicos orientados a prevenir la depresión han confirmado que el ejercicio físico reduce el riesgo de padecer depresión. Además, han sugerido que cuanto más ejercicio se practique (más de cinco horas a la semana), menor será la probabilidad de sufrir este trastorno. Sin embargo, aunque una persona ya padezca depresión, el ejercicio físico sigue teniendo efectos terapéuticos. De hecho, el ejercicio físico posee un efecto similar al de la terapia psicológica y algunos antidepresivos, reduciendo los síntomas de la depresión. (Fitness, 2021) En este caso, el ejercicio aeróbico de alta intensidad supone mayores beneficios que el ejercicio basado en la fuerza.

El diseño del estudio que asumió la investigación es de corte fenomenológico, basado en una metodología de tipo descriptivo, Husserl fundador de la fenomenología, describe el significado de las experiencias vividas de los seres humanos acerca de un fenómeno, con el objeto de conocer la estructura esencial de una experiencia, su interés es volver a las esencias de las cosas mismas, volver a la experiencia vivida.

La fenomenología, para este autor, es ciencia eidética porque quiere llegar exclusivamente a "conocimientos esenciales", esto es ciencia de las esencias y no de los hechos, su propósito es mostrar la esencia de los fenómenos que es, lo auténtico, lo real; entendiendo el fenómeno como la apariencia o forma particular en la que el objeto de estudio se presenta así mismo, de modo inmediato a la conciencia del observador (Husserl, 1962).

Se utilizó un método fenomenológico, mostrando cómo el enfoque de este método revela las esencias del significado en las experiencias vividas de los alumnos universitarios. Además, se utilizó la técnica de la entrevista en profundidad, cuyo propósito es, según Kvale (2011) es lograr descripciones del mundo vivido por los informantes clave, con la finalidad de obtener expresiones de conciencia que reflejen de manera fidedignas el significado que tienen los fenómenos descritos. Igualmente, permitió recoger los argumentos directos del fenómeno que se investigó y posteriormente, se llevó a una descripción general, por medio de un proceso de organización de las categorías emergentes, a partir del análisis de las entrevistas en profundidad, que de acuerdo con Leal (2013) "es una técnica para tener acceso a la vivencia o marco fenoménico" de los informantes clave.

En general, los cuestionarios que caracterizan las prácticas de actividad física y mediciones de prueba físicos nos conducen a lograr más exactitud para la prescripción de la actividad física. Son relevantes para conocer la calidad y expectativa de vida de los sujetos adultos. Los objetivos de los cuestionarios de actividad física son cuantificar y describir retrospectiva o prospectivamente las tendencias y estilo de vida en la población que se estudia.

Siendo centrada en un enfoque fenomenológico por cuanto el objetivo "es descubrir lo que subyace a las formas a través de las cuales convencionalmente las personas describen su experiencia desde las estructuras que las conforman" (Sandín, 2003).

Se empleó la medición de 3 variables: hábitos alimentarios, nivel de actividad física y estrés académico. Dicha medición se realizó a los estudiantes de Económico-Administrativo de pertenecientes a las carreras de licenciatura de gestión de Capital Humano de primer año matriculados en los ciclos 2023 y 2025 en la Universidad Tecnológica de Querétaro. Sin embargo, la recolección de datos fue realizada únicamente al primer ciclo académico en el

cuatrimestre académico 2023. Para la medición de las variables se empleó los siguientes instrumentos previamente validados en estudios anteriores:

- "Cuestionario de hábitos alimentarios de universitarios".
- "Cuestionario internacional de actividad física"

La investigación se encuentra en un 75% de avance, se siguen realizando las técnicas de evaluación, hasta el momento llevamos las siguientes conclusiones.

En general, al igual que la realidad de la población adulta a nivel mundial y nacional, los estudiantes universitarios que participaron en la investigación presentaron practicas no saludables de actividad física y alimentación. Los jóvenes que formaron parte del estudió básicamente no perciben la asociación de la actividad física y la calidad de vida con respecto a sus resultados académicos, lo que concuerda con estudio previos.

En relación con el objetivo propuesto en el presente estudio, se concluye que la percepción de la asociación de la actividad física y la calidad de vida en el rendimiento escolar es baja, los resultados del instrumento muestran la necesidad de mejora de estas variables en los contextos educacionales.

Algunas de las limitaciones metodológicas de este estudio fueron que al ser un estudio de corte fenomenológico no nos permite ver el impacto de estas variables durante el avance de la vida universitaria. Estos hallazgos permitieron concluir que, en los jóvenes encuestados, existe presencia de factores de riesgo que deben tenerse en cuenta dado que podrían comprometer en el futuro el estado de salud de la población encuestada al generar detrimento de su calidad de vida.

Por otro lado, podemos inferir que la población se encuentra en un cierto nivel de vulnerabilidad debido a que, aunque los individuos poseen y saben información relacionada con la investigación y la innovación hábitos de vida saludables, no parecen ser conscientes de riesgo y así mantener la tendencia a mantener hábitos de vida poco saludable.

Bibliografía

Fitness, P. (2021). ¿Por qué el ejercicio físico mejora el estado de ánimo? – PRAMA Fitness. https://www.pramafitness.com/por-que-el-ejercicio-fisico-mejora-el-estado-de-animo#:~:text=El%20deporte%20y%20la%20hormona%20de%20la%20felicidad&text=Transmiten%20placer%2C%20felicidad%2C%20alegr%C3%ADa%20y,la%20ansiedad%20y%20el%20estr%C3%A9s.

OMS. (2018). Obtenido de OMS: https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/healthy-diet

OMS. (2020). Obesidad y sobrepeso. Santiago: OMS

OMS. (2022). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 1-2. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/

Briceño, R. C. (2022). La actividad física, aliada de la salud mental. UDEP Hoy. https://www.udep.edu.pe/hoy/2022/08/actividad-fisica-aliada-de-salud-mental/

OMS. (2020). Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337004/9789240014817-spa.pdf

Organización Mundial de la Salud (2018). Inactividad física: un problema de Inactividad física: un problema de salud púbica. (2018). OMS. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/es/

Angarita-Ortiz, M. F., Calderón-Suescún, D. P., Carrillo-Sierra, S., Rivera-Porras, D., Cáceres-Delgado, M., & Rodríguez-González, D. (2020). Factores de protección de la salud mental en Universitarios: Actividad Física e Inteligencia emocional. Mental Health Protection Factors in

University Students: Physical Activity and Emotional Intelligence, 39(6), 753-759. https://doi.org/10.5281/zenodo.4407166

Durán-Galdo, R., & Mamani-Urrutia, V. (2021). Hábitos alimentarios, actividad física y su asociación con el estrés académico en estudiantes universitarios de primer año de Ciencias de la Salud. Revista chilena de nutrición, 48(3), 389-395. https://doi.org/10.4067/s0717-75182021000300389

Pérez-López, A., Cerrato, D. V., & Varela, M. J. B. (2017). Sedentarismo y actividad física. Revista de investigación y educación en ciencias de la salud. https://doi.org/10.37536/riecs.2017.2.1.17

Husserl. H. (1962). Ideas Relativas a Una Fenomenología Pura. México: Fondo de Cultura Económica

Kvale, S. (2011). Interviews an Introduction to Qualitative. Research Interviewing: Sage

Sociales, IV. (7), 126-150.

Sandín, M. (2003). Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones. Madrid: Mc Graw Hill

Sarto, M. (2011). Familia y Discapacidad. Disponi

Organizadores Gráficos. (2023, 9 enero). Rendimiento académico - definición, medidas y factores que influyen. Organizadoresgraficos.org. https://www.organizadoresgraficos.org/rendimiento-academico/

Marketing BMG. (2019, 13 febrero). Deportes que ayudan a mejorar la vida sexual masculina. Boston Medical Group España. https://www.bostonmedicalgroup.es/destacados/deportes-mejoran-vida-sexual#:~:text=La%20actividad%20f%C3%ADsica%20es%20bueno,que%20aumenta%20el%20apetito%20sexual.

Ricardo, S. G. (2018, 24 agosto). Actividad física y bienestar psicológico de los adolescentes escolares. http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/736

Staff, R. (2012, 27 agosto). Ejercicio podría aliviar temporalmente ansias de fumar: estudio. U.S. https://www.reuters.com/article/internacional-salud-fumar-idLTASIE87Q05220120827

Testeo animal en los cosméticos de belleza

Autoría:

Joanna Sarai Ledezma Sánchez

UTEQ-Universidad Tecnológica de Querétaro

2021301125@uteq.edu.mx

Resumen:

El testeo animal se ha convertido en una problemática, esto debido a que se manejan diferentes posturas. Se ven afectados varios factores u organizaciones. Se manejan posturas a favor y en contra. Como ejemplo los laboratorios de cosméticos mantienen una postura firme sobre su opinión acerca del testeo animal. Mencionan que los animales no sienten por lo que es muy factible experimentar en ellos, esto sin contar que es muy barato y fácil de obtener. Cabe destacar que no son del todo seguros sus resultados. Mientras que por otro lado están las asociaciones en contra de este tipo de acciones. Esta sociedad opina que los animales son seres vivos y que merecen respeto, es por eso que se han creado organizaciones de apoyo a animales libres del testeo animal con el fin de detener estas actividades buscando opciones libres de testeo animal.

Se han hecho mención sobre el etiquetado de los productos para la fabricación del mismo y se esté orientado el consumidor sobre la forma de realización de los productos, para dejar de sostener este tipo de experimentos y los laboratorios busquen estrategias de experimentación libre de testeo animal.

Las pruebas de laboratorio tienen como objetivo verificar que el producto no dañaría a los consumidores.

Palabras clave:

Testeo animal, organizaciones, investigaciones, laboratorio.

Summary:

Animal testing has become a problematic issue, due to the fact that different positions are involved. Several factors or organizations are affected. There are positions for and against. As an example, cosmetics laboratories maintain a firm position on their opinion about animal testing. They mention that animals do not feel so it is very feasible to experiment on them, not to mention that it is very cheap and easy to obtain. It should be noted that their results are not entirely safe. On the other hand, there are associations against this type of actions. This society believes that animals are living beings and deserve respect, that is why organizations have been created to support animals free of animal testing in order to stop these activities by looking for options free of animal testing.

Mention has been made about the labeling of the products for the manufacture of the same and the consumer is oriented on the way of realization of the products, to stop supporting this type of experiments and the laboratories seek strategies of experimentation free of animal testing.

Laboratory tests are intended to verify that the product will not harm consumers.

Key words

animal testing, organizations, research, laboratory, research, laboratory

In Vitro se está asociando a BASF, una empresa química multifuncional desde 1865.

Los científicos de BASF han desarrollado el ensayo Cinético de Reactividad de Péptidos Directos, una prueba para predecir las reacciones alérgicas, y así evitar los ensayos con animales (Works,2023).

“Evaluar la eficacia de los sensibilizadores es un paso esencial en la evaluación de riesgo para determinar el nivel de uso seguro y los datos cinéticos son esenciales para ello” Dr. (Andreas, 2019, parr.2).

En esta investigación se abordan investigaciones con el fin de conocer detalles sobre el testeo animal, problemática a nivel mundial en las que afecta mayormente mujeres entre 15-50 años. Esto es debido a que son experimentación con maquillaje, mismo que utilizan para cuidado personal, principalmente para conocer sobre las nuevas estrategias para experimentación libre de animales.

IN VITRO SL, es un laboratorio de micropropagación, fundado en 1986. Cuentan con más de 35 años de experiencia. El objetivo de dicha investigación es analizar porque el testeo se ha convertido en una estrategia de experimentación para ingredientes o productos de belleza.

Las interrogantes que se buscan resolver en esta investigación son: ¿Por qué comenzó el testeo con animales?, ¿Qué animales se utilizan en las pruebas de cosméticos?, ¿Cuál es el panorama bioético sobre el testeo animal?, ¿Qué riesgos tiene la experimentación con animales?

Mayra Arias (2018) menciona que:

Una forma para reemplazar la experimentación en animales es la realización de pruebas in vitro, la cual consiste en probar el nivel de toxicidad e irritabilidad, para ello se utiliza el método del ensayo de irritación, esto para probar productos cosméticos de limpieza personal como el champú, jabones corporales, entre otros (Mayta, 2018, p.18).

Carruyo (2016) menciona que:

Reemplazar el uso de animales por sistemas que no requieren seres vivos, sin cambiar los resultados que podrían generarse con su uso. Refinar los procedimientos, de modo que se disminuye el dolor y malestar de los animales, asegurando su bienestar. Reducir el número de animales, estableciendo unas condiciones exigidas para su albergue y cuidado (Reyes, Carruyo, & Plata, 2016, P.16-17).

Los resultados van orientados al conocimiento de las estrategias de laboratorios para la fabricación de sus productos y ética que manejan al realizar sus productos. La industria cosmética es un sector activamente dispuesto a la experimentación animal. Dentro de él se realizan un sinfín de experimentos con el objetivo de garantizar la seguridad en los ingredientes que son usados para la creación de los productos (Singer, 1975, p.46).

La experimentación con animales vivos comenzó a verse utilizada a partir del siglo XVI, esto debido a que consideraban que el cuerpo de los animales se semejaba mucho a de los humanos, mientras que se justificaban diciendo que los animales no tenían razonamiento y por eso no sufrían de dolor alguno (FDA).

La importancia y pertinencia de esta investigación es identificar los motivos del testeo animal en la producción del maquillaje. Las industrias encargadas de este giro comercial han buscado estrategias para la creación de sus productos buscando la seguridad en el mismo. El maquillaje comprende un alto nivel de venta debido a la utilización en todo el mundo, incluso hay culturas en las que son ambos sexos quien disfrutan de estos productos.

Se ha considerado en muchas regiones el testeo animal algo aceptable, donde normalmente dejan de lado los aspectos éticos que esto conlleva.

Anaya (2010) menciona que:

La investigación busca encontrar alternativas de experimentación libre de testeo animal, esto para que los laboratorios de cosmética cambien sus estrategias de fabricación.

Es indispensable que el consumidor tenga mayor acceso de la fabricación de su producto y así tener la decisión de adquisición del producto.

Los resultados van orientados al conocimiento de las estrategias de laboratorios para la fabricación de sus productos y ética que manejan al realizar sus productos.

Algunas investigaciones previas respecto al tema que se aborda han llegado a:

En el experimento de laboratorio se emplean medios e instalaciones especialmente construidos para poder determinar con más facilidad la relación entre las variables dependiente e independiente (Consuegra Anaya, 2010, pág. 117).

Mejía (2015) considera que:

La experimentación con animales se produce principalmente en laboratorios de centros cosmetológicos, militares, psicológicos y farmacéuticos en varios países y se lleva a cabo principalmente porque se desconocen los efectos que pueda causar el experimento en los

humanos o porque se quiere conocer la reacción química, biológica o psicológica de dicha prueba (Mejía 2015, p.34)

Huapaya (2022) redacta que:

El producto cosmético es aquel que se aplica en contacto con la piel, en ese sentido inferimos que aquellos productos de uso personas y aseo para varones y mujeres son productos cosméticos es así como el presente tema busca evitar esa transgresión a productos que son de uso general, para finalizar se puede entender que gracias a la tecnología se ha logrado generar nuevas formas de testeo para equilibrar la balanza del medio ambiente en el sentido de garantizar la vida del animal y respetar el derecho del consumidor (Huapaya,2022).

Muchos de los experimentos con animales no humanos, aunque rudimentarios, son necesarios para el desarrollo de la ciencia. Estos experimentos se hacen con el fin de asegurar que el producto se pueda utilizar sin efectos adversos generando una mejor calidad de vida, lo que puede ayudar a alcanzar la felicidad de la especie humana y de otras especies de animales no humanos. Sin embargo, el experimentar diversas sustancias con animales no humanos no es garantía de un óptimo funcionamiento de estas en los humanos. Esto debido a que no siempre los efectos son los mismos sobre los sujetos de prueba que sobre el consumidor final. (Singer, 1999, p.56).

La linea epistemológica que sustenta esta investigación es la lucha para prohibir las pruebas cosméticas en animales la han acompañado las organizaciones y la sociedad civil desde hace muchos años. Tristemente en el mundo, el maltrato animal está presente en muchas prácticas de la vida diaria. Según datos del INEGI, México ocupa el tercer lugar en la lista de maltrato animal en todo el mundo.

En 1937 una farmacéutica estadounidense comercializó un medicamento que genero intoxicación masiva. Fue después de eso que se aprobó la ley para exigía pruebas por seguridad en animales antes de vender.

Loa animales son sometidos a pruebas dolorosas, forzados a recibir pruebas letales.

En México, el 2 de septiembre de 2021 se aprobó en el Senado la prohibición de pruebas cosméticas en animales. Es una lucha que acompañaron legisladores de varias bancadas con organizaciones de la sociedad civil.

Los fabricantes tienes dos años para buscar alternativas de testeo libre de experimentación animal, siendo reemplazadas por métodos alternativos (M.C).

Con las reformas se establece que no podrán fabricarse, importarse ni comercializarse productos cosméticos cuando en su formulación final medien o hayan mediado pruebas en animales, y contengan ingredientes o combinaciones de éstos que sean o hayan sido objeto de pruebas en animales. Para garantizar el derecho a la información del consumidor, el etiquetado de todos los productos cosméticos comercializados podrá señalar que en su fabricación no se han llevado a cabo este tipo de pruebas.

Al presentar el dictamen, el presidente de la Comisión de Salud, Américo Villarreal Anaya, consideró que las modificaciones planteadas por la colegisladora están encaminadas a fortalecer las acciones para implementar la prohibición de los experimentos con animales en pruebas para productos cosméticos.

La senadora Xóchitl Gálvez Ruiz, del PAN, dijo que “con el dictamen el Congreso de la Unión se sumará a los esfuerzos que se han hecho para reconocer la importancia y los derechos de los animales”.

Por Movimiento Ciudadano, la senadora Verónica Delgadillo García afirmó que México dejará de ser un paraíso para la crueldad en contra de las especies, que son sometidas a pruebas de laboratorio que dañan sus órganos. Además, dijo, que con esto se pretende mandar un mensaje a la niñez de que “los animales no son de nuestra propiedad, sino seres sintientes que tienen derecho a vivir dignamente” (Caballero, 2021).

El filósofo Jeremy Bentham defendió que los animales, ostentan significación moral, rechazando así, postulaciones de aquellos que, como Kant y Locke afirmaban que los animales carecen de significación moral alguna. La teoría de Bentham, el principio de tratamiento humano, que nos impone el que tenemos la obligación directa de no causar a los animales sufrimientos innecesarios- representó el giro más ultra diametral, en el estatuto moral que se había conferido a los animales (Jeremy Bentham,2010).

La Declaración Universal de los Derechos de los Animales mencionan que:

Los animales son seres vivos que como los humanos tienen derechos es por eso que la Declaración Universal de los Derechos de los Animales consideran que el desprecio ha conducido y siguen conduciendo al hombre a cometer crímenes contra los animales y la naturaleza.

Ethics (2023) menciona que:

La experimentación animal para la producción de cosméticos ocurre principalmente porque miles de cosméticos y productos del hogar nuevo salen al mercado cada año. En muchos países, todos estos nuevos cosméticos son experimentados en animales. Algunas veces son experimentados los productos finales, y otras veces lo son los ingredientes individuales usados en ellos.

Ethics (2023) menciona que existen deferentes tipos de pruebas. Los procedimientos que incluyen el uso de animales pueden variar, pero es habitual probar productos en membranas mucosas, como los ojos, que pueden terminar quemados. En otros casos, se quema la piel del animal, provocando úlceras, sangrado y otros daños.

El test Draize se usa para medir la toxicidad de una sustancia. Un animal es sujeto, y la sustancia a experimentar se aplica en la piel o el ojo del animal. Algunos animales, como los conejos (usados de manera habitual), producen menos lágrimas que los humanos, por lo que son sujetos a dolor extremo en estos experimentos.

En los experimentos de toxicidad agua, los animales son obligados a soportar la exposición repetida a químicos hasta tres meses. Esto puede hacerse para experimentar los efectos del químico en organismos como pulmones, hígado, corazón o sistema nervioso.

Los consejos se usan en experimentos para medir la corrosividad o el grado de irritación que producen varias sustancias. Esto puede hacerse impidiendo al conejo moverse, afeitando parte de su piel en la espalda, y colocando el químico en esta zona afeitada. Estas pruebas no resultan útiles a menudo, debido a que la medición del daño producido por el químico es muy subjetiva.

Los experimentos de sensibilización de la piel se usan para determinar el potencial de un químico para producir una reacción alérgica. Estas pruebas pueden ser también inútiles debido a las enormes diferencias fisiológicas entre los seres humanos y los animales usados en los experimentos.

La prueba toxicocinética se usa para determinar la velocidad a la que los químicos tóxicos se mueven por el cuerpo. Determinados químicos se vuelven más tóxicos al metabolizarlos el cuerpo.

Los carcinógenos son sustancias que producen o incrementan el riesgo de crecimiento de células cancerosas. En estas pruebas se usan químicos para inducir el crecimiento de tumores en los animales con los que se experimenta.

Son principalmente el especismo y los intereses económicos los que evitan que tenga lugar la prohibición de la experimentación cosméticos en otros lugares hoy. Las empresas que venden cosméticos y productos del hogar presionan para que esas prohibiciones no sean aprobadas. Una prohibición de la experimentación animal supondría que estas empresas tendrían que cambiar la manera en que trabajan, y les costaría tiempo y dinero (Ethics, 2023, parr.1-27).

La investigación es de carácter bibliográfico documental, a partir de lo dicho puedo generar representaciones sociales.

Es de importancia el método bibliográfico debido a que a partir de las investigaciones realizadas por diferentes organizaciones se hará una recopilación de información para conocer cuales han sido las posturas y fundamentaciones que se han manejado para conocer pro y contras de la misma.

Lo referimos como una técnica de elaboración.

Louise Noëlle mencionó que se trata de una ciencia que propone la búsqueda, investigación, descripción y análisis contenida en documentos.

Se manejan como técnicas y estrategias que buscan localizar y acceder a documentos que contienen la información buscada. En el caso del testeo animal se convierte en un método eficaz debido a que buscamos la información ya recabada por diferentes organizaciones que mantienen posturas diferentes y de esa maneja conseguir información más completa.

La investigación es bibliografía son las que permiten utilizar la información ya registrada para llevar a cabo nuestra propia investigación.

Umberto Eco menciona que las investigaciones se valen de libros si estos han sido fundamentados.

Los métodos bibliográficos permiten seleccionar la información precisa entre todo lo documental.

Andreina Matos menciona que:

La investigación documental consiste en la revisión de material bibliográfico existente el tema de interés. Es lo uno de los primeros pasos para seleccionar las fuerte de información.

Son fases que llevan observación, indagación y análisis para el desarrollo del estudio.

Tiene como características la revisión de documentos para conocer el estado en el que se encuentra el tema. Involucra procesos cognitivos complejos, como análisis, síntesis y deducción. Tiene como finalidad la construcción de conocimientos. Apoya la investigación que se está realizando, al mismo tiempo que permite evitar realizar estudios ya explorados.

Según Cano (1997), más que una actividad investigativa es un proceso eminentemente educativo de autoformación y autoconocimiento de la realidad, en el cual las personas que pertenecen al grupo, sobre quienes recae el estudio, tienen una participación directa en el proceso de definición del proyecto de investigación y en la producción de conocimiento de su realidad. (Cano, 1997, p.61).

Es una investigación bibliográfica de tipo expositiva esto debido a que se pretende manejar un contexto teórico.

Deben ser pertinentes con las fuentes y objetivo de estudio para la fundamentación.

Al ser método bibliográfico las fuentes deben ser confiables para que la investigación tenga un sentido de coherencia, es importante investigar las diferentes posturas que se manejan en el testeo animal, con el fn de defender tener las ideas más sólidas.

Con la realización de este método se logrará una buena formación educativa.

Para la recuperación de los datos en esta investigación haré uso de tres técnicas, las cuales son:

Principalmente una encuesta que servirá para recopilar datos sobre el testeo animal. Serán encuestados diferentes personas sin relación alguna, con el fin de conocer sus opiniones acerca de dicho tema.

Es importante conocer si las personas acostumbradas a usar ese tipo de productos conocen el estado de procedencia del mismo.

Una encuesta se caracteriza por proporcionar información, opiniones, posturas sobre el tema tratado.

Esta técnica nos sirve ya que por el momento no se tienen soluciones a la problemática.

Encuesta:

¿Qué sabes sobre el testeo animal?

¿Consideras que los animales sufren en este tipo de experimentos?

¿Consideras que es necesario el testeo en animales para los resultados de dichos productos?

¿Qué postura tienes ante este tema?

¿Cómo consideras que se puede detener esta acción?

Las preguntas son abiertas con el fin de tener las opiniones completas de lo que considera cada encuestado.

Otra de las técnicas a realizar será una escala de Likert, con para conocer las opiniones del personal que tiene contacto con dichos productos, en este caso los clientes. Una escala de likert te da resultados exactos y más fáciles de analizar y comprender.

Escalas:

a) Muy de acuerdo

b) Algo de acuerdo

c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo

d) Algo en desacuerdo

e) Muy en desacuerdo

¿Estas de acuerdo con el testeo animal?

¿Consideras que hay formas de experimentación libre de testeo animal?

¿Consideras que los animales sienten?

¿Consideras que es necesario el testeo en animales para los resultados de dichos productos?

Las preguntas son cerradas, esto sirve para que la información sea más fácil de interpretar ya que se tiene la opción de elegir solo una de las opciones y se debe mantener la misma postura durante el proceso.

Por ultimo como tercera técnica se realizará un diario de campo que se basa en el diseño de información, promoviendo la reflexión hacia las acciones que se han llevado con el tiempo, esto consta de las emociones que estarán surgiendo durante dicha investigación, todo lo abordado que sirve de apoyo para completar el análisis.

Se realizará como anotaciones durante cada proceso de investigaciones, esto también sirve para conocer cuál será nuestra postura antes el testeo animal.

Resultados:

Se lleva un desarrollo del 75% de la investigación y se está en el tiempo de aplicación de las técnicas.

El testeo animal se ha convertido en una parte importante para los laboratorios cosméticos ya que para sacar un producto al mercado se necesita una serie de investigaciones y pasar por estándares de seguridad que validen el producto viable para su venta al personal humano.

“todo animal, incluido el humano, siente y si tenemos que todo aquel ser que siente es un sujeto ético, podemos concluir que los animales, tanto humanos como no humanos, son sujetos éticos” (Mejía, 2015, p.14).

La experimentación animal se ha convertido en un tema de crítica, defendiendo que todo animal que es utilizado para cualquiera de estos experimentos sufre.

La comunidad científica ha justificado sus técnicas mencionando como propósito el satisfacer las necesidades del ser humano reafirmando la seguridad de los productos.

Esto deja al entendimiento que es necesario dejar de consumir este tipo de productos donde se realiza experimentación animal. Hay productos de belleza libres de testeo animal y esto orilla a los laboratorios a buscar alternativas para el cambio de sus experimentaciones.

Las reglas de cada país cambian respecto a su cultura u organización, pero esta es una problemática a nivel mundial, es por eso que se ha buscado la forma de detener estos procesos o detener su industria.

Los fabricantes tienes dos años para buscar alternativas de testeo libre de experimentación animal, siendo reemplazadas por métodos alternativos

Se han logrado resultados positivos ya que han tenido que buscar alternativas de investigación. In vitro han desarrollado el ensayo Cinético de Reactividad de Péptidos Directos, una prueba para predecir las reacciones alérgicas, y así evitar los ensayos con animales.

Son pruebas que modelan los resultados de la sensibilización de la piel en varios productos químicos.

Incluye 3 métodos de prueba diferentes.

Existe la Prueba de reactividad peptídica directa y el Ensayo de reactividad de derivados de aminoácidos estos sirven para identificar el peligro.

El ultimo método es Ensayo de reactividad peptídica directa cinética que fue creado como identificador de sensibilizadores fuertes. Este método es compatible y más barato que experimentar con animales.

Esta considerado que la reacción de los ingredientes cosméticos se caracteriza por el enrojecimiento, hinchazón y picor de la zona expuesta.

Se prohibió la comercialización de productos cosméticos que contuvieran ingredientes que hubiesen sido testados en animales. Se culminó la última fase para la eliminación de los ensayos de productos cosméticos, por lo que ya no se podía comercializar en la UE ningún producto cosmético que se hubiera experimentado en animales.

En México, el 2 de septiembre de 2021 se aprobó en el Senado la prohibición de pruebas cosméticas en animales. Es una lucha que acompañaron legisladores de varias bancadas con organizaciones de la sociedad civil.

Con las reformas se establece que no podrán fabricarse, importarse ni comercializarse productos cosméticos cuando en su formulación final medien o hayan mediado pruebas en animales, y contengan ingredientes o combinaciones de éstos que sean o hayan sido objeto de pruebas en animales.

Farfán Del Rosario, J. J., & Figallo Peña, M. P. (2022). El testeo en animales para la aprobación de productos cosméticos como una forma de crueldad animal en el Perú.

Huapaya Boza, K. N. (2021). El derecho del consumidor frente al principio de transparencia sobre las pruebas de productos cosméticos en animales Lima Metropolitana, 2020.

Huapaya Boza, K. N. (2021). El derecho del consumidor frente al principio de transparencia sobre las pruebas de productos cosméticos en animales Lima Metropolitana, 2020.

Muñoz López, C. (2020). Una Realidad Imperfecta. Una Comunidad de Reseñas de Cosméticos Libres de Crueldad Animal (Master' s thesis, Universidad Casa Grande. Departamento de Posgrado).

Da Silva, D. (2022). Concepto de consumir en mercadotecnia: definiciones y características. Recuperado de: https://www.zendesk.com.mx/blog/concepto-de-consumidor-en-mercadotecnia/

Dima. (2023). Que significa fabricación: definición y ejemplos incorruptible. Incorruptible. Recuperado de: https://incorruptible.mx/que-significa-fabricacion-definicion-y-ejemplos/

Fernando. (2021). Aprende todo sobre ¿Qué es un laboratorio? Recuperado de: https://www.galileoequipos.com/blog/que-es-un-laboratorio/

Gardey, A. (2021). Animal- qué es, definición y concepto. Definición. De. Recuperado de: https://definicion.de/animal/

Jara, L (2019). Industria farmacéutica | Observatorio. Observatorio Económico Social | UNR. Recuperado de: https://observatorio.unr.edu.ar/industria-farmaceutica/

Pérez, M (2019) Recuperado de: https://conceptodefinicion.de/metodo/

Caballero, S (2021). Coordinación de comunicación Social- Senado aprueba reforma para prohibir uso de animales en pruebas de productos cosméticos.Gob.mx.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (s/f). Proclamación de la Declaración Universal de los Derechos de los Animales. gob.mx.

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2010). *Toxicidad*. Recuperado de: https://definicion.de/toxicidad/

Soto, V. M. (2023). ¿Qué es un estímulo? Tu Conducta.Recuperadode: https://www.tuconducta.com/autismo-infantil/que-es-un-estimulo

Troxler, S., & Reardon, J. W. (s/f). *North Carolina department of agriculture*. Ncagr.gov.Recuperadode: https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Cosmeticos.pdf

Merino, M. (2021). Controversia- Qué es, definición, tipos y usos. Recuperado de: https://definicion.de/controversia/

Alfabetización inicial: Desafíos en la mediación constructivista

Claudia Alicia Romero Díaz
Correo electrónico: cromero05@alumnos.uaq.mx
Directora: Dolores Amira Dávalos Esparza
Correo electrónico: amiradavalos@gmail.com
Codirectora: Mónica Alvarado Castellanos Correo electrónico: monica.alvarado@uaq.edu.mx

Resumen

Diferentes evaluaciones han demostrado que los niños y niñas mexicanos no logran consolidar adecuadamente sus habilidades de lectura y escritura durante su educación básica. En respuesta a esta problemática, se ha intentado incorporar los aportes de la lengua escrita en los programas educativos oficiales. Sin embargo, investigaciones indican que las prácticas de alfabetización por parte de los docentes suelen desviarse de estas propuestas y seguir tendencias directivas. El objetivo de este artículo es identificar las dificultades que enfrentan los mediadores didácticos al integrar las contribuciones de la didáctica de la lengua escrita en sus prácticas de alfabetización. Para lograrlo, se analizan registros audiovisuales del programa "Alfabetizar a Distancia para Evitar el Rezago", que proporcionó capacitación a las familias de los estudiantes para que actuaran como mediadores didácticos y lograran alfabetizar a sus hijos. Se contrastan las orientaciones propuestas en las actividades con las acciones efectivamente realizadas por los mediadores para identificar cuáles resultaron más y menos asimilables. Los resultados revelan que las orientaciones relacionadas con la gestión de la actividad son más asimilables que aquellas directamente vinculadas con el fomento de las reflexiones de los alumnos. Específicamente, se observan dificultades en tareas que buscan promover la autonomía de los alumnos, aquellas en las que se les pide brindar apoyos concretos y las que requieren movilizar las reflexiones de los alumnos sobre el sistema de escritura.

Abstract

Different evaluations have shown that Mexican children fail to adequately consolidate their reading and writing skills during their basic education. In response to this problem, attempts have been made to incorporate the contributions of written language in official educational programs. However, research indicates that teachers' literacy practices tend to deviate from these proposals and follow more traditional tendencies. The aim of this article is to identify the difficulties faced by didactic mediators in integrating the contributions of the Didactics of Written Language in their literacy practices. To achieve this, we analyze audiovisual records of the "Alfabetizar a Distancia para Evitar el Rezago" program, which provided training to students' families to act as didactic mediators to help them learn to read and write. The proposed orientations offered in each activity card are compared with the actual actions carried out by the mediators to identify which were more and less assimilable. The results reveal that the orientations related to the management of the activity are more assimilable than those directly linked to the promotion of the students' reflections. The results reveal that the orientations related to the managing of the activity are more assimilable than those directly linked to the promoting students' reflections. Specifically, difficulties are observed in tasks that seek to promote students' autonomy, those in which they are asked to provide concrete support, and those that require mobilizing students' knowledge of the writing system.

Palabras clave

Mediación didáctica, alfabetización inicial, implementación de enfoque

Introducción

La educación, como fundamento de las sociedades democráticas e inclusivas, se erige como un pilar central en la construcción de un futuro equitativo y participativo (OCDE, 2019). En este contexto, la

alfabetización se presenta como un desafío crucial, siendo la lectura y la escritura las llaves que abren las puertas a la plena participación y productividad de todos los individuos en la construcción de la cultura (UNESCO, 2017). La alfabetización no solo constituye un proceso de adquisición de habilidades básicas, sino también un acto de inclusión social y político, que permite a los individuos no solo entender el mundo que les rodea, sino también contribuir activamente a él (Zen et al., 2020).

En México, como en muchos otros países, las reformas educativas han buscado abordar la complejidad de la lengua escrita como un objeto social y político. La Reforma que llevó a los Aprendizajes Clave, enriquecida con los aportes de la psicolingüística y la psicología constructivista, se ha destacado por reconocer al estudiante como un agente activo en su propio proceso de aprendizaje (SEP, 2017).

La psicología constructivista ha proporcionado un marco conceptual para comprender cómo los niños adquieren conocimiento, especialmente en el ámbito de la lengua escrita. Desde esta perspectiva, la escritura se ha conceptualizado como un objeto cultural complejo que requiere la resolución de problemas conceptuales y no solo perceptuales. Además, se ha enfatizado la relevancia de las interacciones sociales como fuente de información crucial en este proceso constructivo (Ferreiro y Teberosky, 1979, 1981; Ferreiro y Gómez Palacio, 1979, 1982; Ferreiro, 1997, 1991; Teberosky, 1982).

La Didáctica de la lengua escrita, originada en Latinoamérica desde la década de los 80, ha jugado un papel esencial al fusionar la teoría constructivista con la práctica educativa. Este enfoque ha delineado situaciones didácticas fundamentales para la lectura y la escritura, tanto a través de otros como por sí mismos (Kaufman et al., 2015). Además, redefine el papel del maestro y el lugar de los niños en las clases. Desde esta perspectiva, el maestro ya no impone ideas, sino que propone situaciones problemáticas que requieren que los niños construyan nuevos conocimientos. Esto implica validar el derecho de los alumnos a reelaborar el conocimiento y fomentar un intercambio efectivo de información (Lerner, 1996). También proporciona pautas detalladas sobre las intervenciones docentes que funcionan mejor en cada tipo de situación didáctica para el avance de los estudiantes. Ambos, situaciones y orientaciones didácticas fueron incorporados a los documentos oficiales para apoyar las prácticas docentes alfabetizadoras, a saber, Aprendizajes Clave y Libros para el Maestro (SEP, 2017).

Sin embargo, a pesar de estos avances teóricos y prácticos, existe una brecha entre este enfoque constructivista y lo que realmente sucede en las aulas mexicanas. Estudios de Mojarro-Delgadillo, A. y Alvarado-Nando, M. (2021), Hernández (2022), Morales y González (2023) han analizado las conceptualizaciones sobre la alfabetización de docentes mexicanos y las han contrastado con sus prácticas de aula. Si bien son estudios realizados en distintos lugares de México, todos coinciden en que, aunque los docentes declaren seguir el enfoque didáctico-constructivista, sus estrategias se asocian más a métodos de enseñanza directa directivos, centrándose principalmente en la conciencia fonológica. Esta disparidad entre la teoría y la práctica plantea interrogantes fundamentales sobre por qué existe esta brecha y cómo puede superarse.

Esta problemática se agrava al observar que un porcentaje significativo de niños avanza en su escolaridad sin haber consolidado por completo sus habilidades lectoras, lo que se traduce en bajos niveles de lectura entre los adultos mexicanos. Las cifras evidencian que, incluso en la edad adulta, no se logran adquirir las habilidades básicas necesarias para comprender e interpretar textos escritos (UNESCO, 2021; INEGI, 2022).

Varios autores han intentado identificar las razones que llevan a los profesores a emplear estrategias de enseñanza principalmente directivas. Guzmán (2017) sugiere que estas razones podrían estar relacionadas con el desconocimiento del enfoque psicogenético, mientras que Machuca (2012)

atribuye dichas prácticas a las experiencias previas de los docentes con la lengua escrita, a la escasa atención que reciben estos contenidos durante su formación y a la búsqueda de homogeneizar las condiciones de los alumnos a su cargo.

Lerner (2001) desarrolló un sistema de capacitación para docentes y compartió sus descubrimientos sobre la duración y profundidad necesarias para transformar sus métodos de enseñanza. No obstante, aún no se cuenta con información detallada sobre qué aspectos teóricos y prácticos necesitan un mayor respaldo y orientación.

Este estudio se enfoca en comprender las dificultades que enfrentan los docentes para implementar las herramientas de la didáctica de la lengua escrita, respondiendo a la pregunta crucial:

¿Cuáles son los desafíos que impiden la implementación efectiva de las orientaciones didácticas?

Para abordar esta pregunta, nos enfocamos en una experiencia de alfabetización a distancia que surgió durante el punto álgido de la pandemia. Se trata de un Programa cuyo enfoque educativo se basó en orientaciones didácticas específicas diseñadas para orientar el proceso de aprendizaje de los niños en sus hogares.

La enseñanza a distancia planteó desafíos singulares para los docentes, incluyendo la falta de interacción directa con los estudiantes, restricciones tecnológicas y la necesidad de fomentar altos niveles de participación y compromiso en un entorno no presencial. Al analizar esta experiencia, podemos identificar obstáculos concretos que surgieron durante la implementación de las orientaciones didácticas. Además, proporciona información valiosa sobre las estrategias efectivas y las menos exitosas en este contexto particular. Al examinar este escenario pandémico, podemos descubrir patrones y obstáculos comunes que podrían estar influyendo en la implementación exitosa de las orientaciones didácticas en otros contextos similares, incluso en entornos presenciales.

El Programa: componentes y mecanismos de funcionamiento

Durante la pandemia, muchos países buscaron garantizar la continuidad de la educación. En Latinoamérica, México, Brasil, Colombia, Uruguay y Chile utilizaron tecnología, como Internet, radio y televisión, para el aprendizaje a distancia. Sin embargo, estas respuestas generales no incluyeron programas específicos para la alfabetización inicial.

Para abordar esta situación, surgió el programa local (Querétaro) denominado "Alfabetización a Distancia para Evadir el Rezago" (Dávalos y Soto, 2022), diseñado para garantizar el seguimiento de los procesos de alfabetización de los niños a la distancia.

Este programa se diseñó siguiendo un enfoque constructivista y sociocultural de la lengua escrita, que estaba oficialmente vigente en el momento de su implementación.

Además, se centró en la participación de los niños en prácticas de lectura y escritura en entornos familiares. En este programa, 161 niños, 82 en primer grado y 79 en segundo grado, recibieron apoyo de al menos un familiar designado como "acompañante".

Dado que los docentes no podían brindar apoyo presencial a sus alumnos, surgió la compleja tarea de capacitar a los familiares que acompañaban a los estudiantes en sus hogares para que pudieran actuar como mediadores didácticos. Para lograr este propósito, se utilizaron diversos recursos, incluyendo la implementación de un conjunto de fichas de actividades con instrucciones para los alumnos y orientaciones específicas para que sus acompañantes supieran cómo intervenir en cada una de estas actividades. Las fichas implementadas se clasificaron de acuerdo con los macro propósitos que se perseguían:

Tabla 1

Categorías de fichas implementadas por el programa ADER

Tipo de ficha	Objetivo

Prácticas de lectura y escritura	Operar e interpretar textos de circulación social.
Actividades para consolidar lo que aprendo	Generar y poner a prueba hipótesis sobre el funcionamiento del sistema de escritura.
Tiempo de leer y narrar	Reflexionar sobre textos literarios.
Juegos para pensar en la escritura	Mejorar la relación con las tareas de lectura y escritura.

Cada ficha contaba con una sección dedicada a los acompañantes, donde se les ofrecían orientaciones específicas para implementar la actividad. Estas orientaciones, derivadas de investigaciones didácticas, se ajustaban al tipo de aprendizaje o reflexión que la actividad buscaba generar. Los acompañantes se filmaron siguiendo estas orientaciones. Nuestro análisis se enfocó en las orientaciones ofrecidas (tipos y propósitos) y en la forma en que los acompañantes las llevaron a cabo. Quisimos determinar qué tipo de orientaciones se incorporaron de manera más cercana a las sugeridas por el programa y cuáles resultaron más complejas de implementar.

Estas comparaciones ofrecen una comprensión detallada de los obstáculos que surgen en situaciones de aprendizaje no tradicionales, proporcionando valiosas perspectivas para cerrar la brecha entre la teoría educativa y su aplicación práctica

Metodología

Enfoque

La presente investigación es de naturaleza cualitativa con un alcance exploratorio, ya que busca contribuir al campo de estudios de la didáctica mediante la primera identificación de la complejidad que enfrentan los mediadores didácticos al apropiarse de determinados contenidos propuestos por la didáctica de la lengua escrita.

Materiales

A) Fichas del Programa

Con el objetivo de contrastar las diversas implementaciones relacionadas con las distintas orientaciones sugeridas, se establecieron dos macrocategorías y seis subcategorías basadas en las fichas distribuidas en el programa

Tabla 2

Macro categorías de orientaciones sugeridas

Macro categoría	Descripción
Orientaciones Técnicas	Relacionadas con la logística de la sesión.
Orientaciones Aproximativas	Relacionadas directamente con mediar los aprendizajes de los alumnos.

Tabla 3

Categorías de orientaciones sugeridas

Categoría	Descripción
Usar portadores textuales	Uso e interpretación de textos de circulación social.
Solicitar leer y escribir sin apoyo	Desarrollo de actividades donde el alumno lea y escriba de manera autónoma.
Ayudar a reflexionar sobre textos literarios	Lectura y reflexión de cuentos, fábulas y canciones.
Provocar la reflexión sobre el sistema de escritura	Guía para promover las reflexiones de los alumnos sobre el sistema de escritura.
Solicitar leer y escribir con apoyo	Coordinación de apoyos y referentes escritos que permitan al alumno realizar tareas de lectura y escritura.
Regular sus acciones	Control de acciones para favorecer la autonomía del alumno.

B) Evidencias de la implementación de las fichas

Los acompañantes del programa ADER enviaron fotografías, audios y videos en los que se observa el desarrollo de las orientaciones sugeridas en cada una de las fichas. De esta forma se creó una base de datos con los registros audiovisuales disponibles de cada ficha y cada semana, de cada alumno.

Muestra

La población de este estudio está formada por la selección de 4 casos, compuestos por los alumnos y sus acompañantes, que participaron durante las 16 semanas del programa, enviaron registros audiovisuales suficientes de la realización de las fichas, alcanzaron el nivel alfabético y autorizaron el uso de sus datos fuera del programa. Se seleccionaron un total de 12 fichas con el criterio de que hubieran sido realizadas por al menos 3 los 4 participantes elegidos. Para realizar el análisis se llevó a cabo una transcripción de las 105 orientaciones sugeridas en las 12 fichas elegidas, así como transcripciones también de las interacciones desarrolladas en un total de 66 videos y 5 audios.

Procedimiento

1. Revisión del corpus completo de registros audiovisuales.
2. Selección de 4 casos.
3. Selección de fichas
4. Creación y validación de categorías de orientaciones y de acciones efectivamente realizadas.
5. Obtención de frecuencia de acciones efectivamente realizadas para cada categoría
6. Análisis de resultados.

Resultados

Con el objetivo de determinar qué tipo de orientaciones fueron asimiladas con mayor y menor dificultad por parte de los mediadores, se registraron las frecuencias con las que fueron implementadas: siguiendo la sugerencia original, con modificaciones que alteraron su propósito y con adaptaciones que cambiaron las orientaciones de aproximativas a directivas. También se tomaron en cuenta las orientaciones omitidas y aquellas para las que no se dispone de un registro audiovisual.

Tabla 4

Frecuencia de implementación de orientaciones sugeridas

Macrocategoría		
Implementación	Orientaciones técnicas	Orientaciones aproximativas
Orientaciones implementada	70.68%	48.47%
Orientaciones con cambio de propósito	14.66%	24.42%
Orientaciones transformada a directiva	0%	14.14%
Orientaciones omitida	8%	5.34%
Orientaciones sin registro	6.66%	7.63%

Como se puede observar en la Tabla 4, las orientaciones vinculadas a la gestión de la actividad fueron implementadas con mayor fidelidad en comparación con aquellas directamente relacionadas con la movilización de los conocimientos de los alumnos. Esta diferencia puede atribuirse a la complejidad inherente a cada tipo de orientación. Se podría afirmar que las orientaciones que requieren activar las reflexiones de los alumnos resultan más desafiantes para los mediadores. A continuación se muestra la frecuencia con la que se implementaron los distintos tipos de orientaciones en la totalidad del programa ADER.

Tabla 5

Frecuencia de implementación de orientaciones sugeridas

Categoría	Implemen-tadas	Con cambio de propósito	Transformadas a directivas	Omitidas	Sin registro
Usar portadores textuales	58.33 %	3.70%	3.70%	18.51 %	22.22 %
Solicitar leer y escribir sin apoyo	45.09 %	37.25 %	9.80%	0%	7.84%
Ayudar a reflexionar sobre textos literarios	57.14 %	19.04 %	0%	9.52%	14.28 %

Provocar la reflexión sobre el sistema de escritura	40%	25.33 %	18.91%	8%	8%
Solicitar leer y escribir con apoyo	51.61 %	38.70 %	6.45%	0%	3.22%
Regular sus acciones	56.14 %	15.78 %	26.31%	1.75%	0%

En orden de presentación, a continuación se describe el comportamiento observado en cada tipo de orientación. Se encontró que las orientaciones que implicaban el uso e interpretación de textos de circulación social fueron implementadas en su mayoría (58.33%); sin embargo, presentaron un índice de omisiones considerablemente mayor que otros tipos de orientaciones, así como las orientaciones sin registros audiovisuales. Esto podría atribuirse al hecho de que los mediadores no lograron identificar el propósito de utilizar estos materiales y, por ende, optaron por seguir solo aquellas orientaciones que consideraban estrictamente relacionadas con las tareas de lectura y escritura.

En relación a las orientaciones que implicaban la lectura y escritura sin apoyo, se observó que la mayoría no fueron implementadas según lo sugerido. Estas orientaciones requerían que los alumnos realizaran tareas de lectura y escritura de forma autónoma. Sin embargo, se registró un alto índice de modificaciones, incluyendo dictados de sílabas letra por letra, alargamiento de sonidos e interrupciones durante el trabajo de los estudiantes.

En cuanto a las orientaciones que promovían la reflexión sobre textos literarios, se implementaron en su mayoría de manera cercana a lo sugerido en las fichas del programa. No obstante, se observaron modificaciones, como pasar directamente a la lectura de los cuentos sin hacer anticipaciones sobre su contenido y dar prioridad a las preguntas sobre el contenido de la historia en lugar de confirmar o rechazar las hipótesis generadas al inicio de la lectura. Esto podría deberse a la escasa familiaridad con las tareas de reflexión previas a la lectura de textos literarios.

Al respecto de las orientaciones que buscaban estimular la reflexión sobre el sistema de escritura, se observó que fueron implementadas de manera considerablemente más distante que las demás. Se detectaron modificaciones, como corregir las producciones de los alumnos en lugar de permitirles verificar por sí mismos, ya sea mediante la lectura autónoma o comparándolas con otras escrituras. Además, se omitieron orientaciones que sugerían mostrar a los alumnos algunas similitudes o diferencias para orientar la reflexión. Las orientaciones en esta categoría parecen ser las más complejas para que los mediadores las comprendan y apliquen.

En cuanto a las orientaciones que promovían brindar apoyo para que los estudiantes realizaran tareas de lectura y escritura, se observaron modificaciones principalmente relacionadas con la eliminación de dichos apoyos y la solicitud a los estudiantes de llevar a cabo las tareas de forma autónoma. Más adelante, profundizaremos en estas modificaciones.

Por último, en relación a las orientaciones que indicaban a los mediadores cómo regular sus propias acciones para fomentar la autonomía de los estudiantes, se encontró que se transformaron en orientaciones más directivas con mayor frecuencia que las otras. Se notaron interrupciones de los mediadores mientras los estudiantes trabajaban, así como el ofrecimiento de pistas y ayudas no sugeridas en las fichas, especialmente cuando percibían que los estudiantes podrían enfrentar dificultades. Durante el desarrollo del programa, se identificaron tres tendencias entre los mediadores: dificultades para comprender los conflictos cognitivos de los alumnos, supresión de apoyos y transformación de orientaciones aproximativas en directivas.

Dificultades para comprender conflictos cognitivos en los alumnos

A medida que los alumnos avanzan en su proceso de adquisición de la lengua escrita, generan y

ponen a prueba hipótesis sobre su funcionamiento. En ocasiones, estas hipótesis satisfacen sus necesidades, por lo que las mantienen. Sin embargo, en otras ocasiones resultan insuficientes y requieren desarrollar nuevas estrategias para avanzar a un nuevo nivel de conceptualización. A continuación, presentamos un fragmento de la transcripción en el que se observa la interacción mediador-alumno:

A2: Ma-de-ra tres pedazos. El primer pedazo es ma

N2: Ma-de-ra Ma-de- ¿e?

A2: No, el primer pedazo es ma. A ver mi amor estamos con el primer pedazo. Ma

El alumno del fragmento se encuentra en un nivel silábico alfabético. En esta etapa, los alumnos avanzan desde una hipótesis silábica en la que consideran que una letra es suficiente para representar una sílaba completa, hacia la comprensión de que cada fonema necesita una grafía para su representación (Ferreiro, 1991). En este nivel de conceptualización, los alumnos pueden escribir una sola letra para representar una sílaba, mientras que para otras escriben la sílaba completa. El mediador no está familiarizado con el proceso de adquisición de la lengua escrita y observa las respuestas del alumno desde su perspectiva adulta, sin comprender los motivos que llevaron a dar esa respuesta.

Supresión de apoyos

Investigaciones como la de Alvarado (1997) han demostrado que los niños tienen más éxito en la realización de tareas de lectura y segmentación de palabras cuando cuentan con un soporte escrito. Las fichas sugerían orientaciones como: 'Diga al niño: si yo escribo la palabra 'tiburón', ¿te sirve para que tú escribas la palabra 'tigre'?', 'Escriba en tarjetas diferenciadas los nombres de los familiares y ofrézcalos como apoyo', y 'Lea el enunciado para el niño'. Sin embargo, con frecuencia se eliminaban estos apoyos. Esta acción podría responder a una demanda de los mediadores para que los niños resuelvan por sí mismos y a la percepción de los soportes escritos como ayudas innecesarias que simplifican las tareas para los estudiantes. Es importante destacar que, a pesar de esta percepción, estudios han demostrado que estos soportes escritos favorecen las reflexiones y el desempeño de los estudiantes en las tareas de lectura y escritura (Alvarado, 1997).

Transformación de orientaciones aproximativas a directivas

La didáctica de la lengua escrita propone que los alumnos realicen tareas de lectura y escritura por sí mismos, de acuerdo a sus posibilidades, para que puedan avanzar en sus conceptualizaciones sobre el sistema de escritura. Sin embargo, lamentablemente, estas tareas fueron objeto de modificaciones por parte de los mediadores, quienes les hacían saber explícitamente las respuestas esperadas para las actividades o, en su defecto, guiaban sus respuestas para que se acercaran a las esperadas. Esta situación se observa claramente en el siguiente fragmento de transcripción:

A2: Este es un pedazo (señala a), este es otro (señala mi) y este es el último (señala gos) ¿Este pedazo cómo suena? (señala mi)
N2: A-m
A2: ¿La m con la i cómo suena mi amor?
N2: La m con la i, mi
A2: Ok, ¿y luego?
N2: G de gato o, go
A2: Ajá, y al final una s
N2: Una s
A2: ¿Entonces qué dice?
N2: O-s, so
A2: Yo te la dije. Es que no me digas… Cuando tiene una s al final nada más ponle el sonido de la s (alarga el sonido de la s). Habías dicho amigo, al final es amigos.

Conclusiones

Los resultados revelan que las orientaciones relacionadas con la gestión de la clase, incluyendo la preparación y operación con los materiales, son más fácilmente asimiladas por los mediadores, a

diferencia de aquellas que se centran en sostener el aprendizaje de los alumnos, las cuales resultan más complejas. Respecto a las orientaciones aproximativas, aquellas que involucran el uso de textos de circulación social y la reflexión sobre textos literarios parecen ser más asimilables para los mediadores, ya que se implementan con mayor frecuencia. En contraste, las orientaciones que requieren que los niños realicen tareas de escritura, ya sea con o sin apoyo, parecen haber recibido más modificaciones que alteraron sus propósitos iniciales. Estas adaptaciones indican que los mediadores enfrentan dificultades para incluir los apoyos sugeridos y, al mismo tiempo, permitir que los niños realicen las actividades de forma autónoma. Por otro lado, las orientaciones que instaban a los mediadores a provocar la reflexión de los alumnos sobre el sistema de escritura y a regular sus propias acciones para fomentar dicha reflexión fueron las que más se transformaron de aproximativas a directivas.

Estos datos indican que los mediadores enfrentan dificultades para coordinar sus acciones de manera que promuevan la autonomía de los estudiantes. Es crucial resaltar que para que los mediadores logren que los alumnos realicen reflexiones metalingüísticas sobre el sistema de escritura, deben ser capaces de reflexionar por sí mismos sobre aspectos que, en su mayoría, han pasado décadas desde que los plantearon, ya que son adultos alfabetizados. Como menciona Ferreiro (2002, p. 22), "No es posible recuperar a través de la introspección la percepción del sistema de escritura que teníamos cuando éramos analfabetos".

Los resultados obtenidos resaltan las siguientes condiciones necesarias para que los mediadores puedan sostener el proceso de alfabetización:

1. Dar a conocer el proceso mediante el cual los alumnos aprenden a leer y escribir.
2. Verificar que los mediadores tengan una comprensión profunda de la intención didáctica de cada orientación sugerida. Esto incluye entender que los alumnos deben formarse como miembros de la cultura escrita y, por lo tanto, deben tener contacto con una amplia diversidad de textos escritos. Asimismo, implica conocer los motivos por los que se recomienda el uso de soportes escritos para determinadas tareas de escritura.
3. Procurar que los mediadores reconozcan la importancia de fomentar la autonomía de los estudiantes para que puedan avanzar en sus conceptualizaciones sobre la lengua escrita.

Estos resultados buscan contribuir a la formación de mediadores didácticos especializados en alfabetización inicial. Se espera que a partir de este estudio surjan futuras investigaciones que profundicen en este campo y amplíen nuestro entendimiento sobre el tema.

Referencias bibliográficas

Alvarado, M. (1997). Conciencia fonológica y escritura en niños preescolares: la posibilidad de omitir el primer segmento. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Dávalos, A. & Soto, A. (2021) La alfabetización inicial entre la escuela y la casa durante pandemia. México: Secretaría de Educación del Estado de Querétaro.

Ferreiro, E. (2002). La representación del lenguaje y el proceso de alfabetización. En E. Ferreiro, Alfabetización teoría y práctica (págs. 13-28). México: Siglo veintiuno editores.

Ferreiro, E. (1991). Desarrollo de la alfabetización: psicogénesis. En Y. Goodman, Los niños construyen su lectoescritura. (págs. 1-9). Buenos Aires: AIQUE didáctica.

Guzmán, R. (2017). Aprendizaje de los profesores sobre alfabetización y métodos de enseñanza. Folios, (46), 105-116

Hernández, M. (2022) La práctica docente en la alfabetización inicial. Un diagnóstico en la educación primaria en San Luis Potosí (México). Educando para educar. Núm. 42

https://www.beceneslp.edu.mx/ojs2/index.php/epe/article/view/108/106

INEGI (2022) Módulo sobre lectura MOLEC, resultados febrero 2022, INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/molec/doc/resultados_molec_feb22.pdf

Kaufman, A. M.; Lerner, D.; Castedo, M. (2015). Escribir y aprender a escribir. Documento trasversal 3. Especialización docente de Nivel Superior en Alfabetización en la Unidad Pedagógica. Dirección de Educación Primaria. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.

Kaufman, Ana María; Lerner, Delia; Castedo, Mirta. (2015) Leer y aprender a leer: Documento transversal 2 (Alfabetización en la Unidad Pedagógica. Especialización Docente de Nivel Superior). En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.642/pm.642.pdf

Lerner, D. (s/f). Leer y escribir en la escuela: Lo real, lo posible y lo necesario (Primera edición, 2001. Primera reimpresión, FCE Chile, noviembre de 2017). Fondo de Cultura Económica.

Lerner, D.; Castedo, M.; Alegría, M.; Cisternas, T. (2018). Alfabetización inicial desde una perspectiva constructivista psicogenética. Una entrevista con Delia Lerner y Mirta Castedo. Bellaterra Journal of Teaching & Learning Language & Literature, 11 (2), 100-119. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.9033/pr.9033.pdf

Machuca, D. C. H. (2012). Las concepciones de los docentes de primaria sobre la escritura y su enseñanza. 17(1).

Mojarro-Delgadillo, A. y Alvarado-Nando, M (2021) Práctica docente de la alfabetización inicial desde las concepciones pedagógicas y teorías implícitas del profesorado. Revista de educación y desarrollo https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/57/57_Mojarro.pdf

Morales, E. D. y González, G. (2023). Decisiones de dos profesores de primaria sobre sus prácticas docentes de alfabetización inicial. *Práctica Docente. Revista De Investigación Educativa*, *5*(9), 141-166. https://practicadocenterevistadeinvestigacion.aefcm.gob.mx/index.php/accesoabierto/article/view/251

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2019) El trabajo de la OCDE sobre educación y competencias. https://www.oecd.org/education/El-trabajo-de-la-ocde-sobre-educacion-y-competencias.pdf

Secretaría de Educación Pública (2017). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral*. *Nuevos planes y programas de estudio 2017*. México, SEP

UNESCO (2017) La UNESCO Avanza. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1.compressed.pdf

UNESCO (2021). Los aprendizajes fundamentales en América Latina y el Caribe. Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019). Resumen ejecutivo https://en.unesco.org/sites/default/files/resumen-ejecutivo-informe-regional-logros-factores-erce2019.pdf_0.pdf

Zen, G.; Molinari, M.; Nascimento, A. (2020). As práticas cotidianas de leitura e escrita na escola como um direito da infância. Práxis Educacional, 16 (41), 255-277

Salud Mental Adolescente: ApS y Alianzas Comunitarias

Maritza García-Cituc[1], Pamela Garbus[1]

[1]Facultad de Psicología y Educación. Maestría en Educación para la Ciudadanía. Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, Querétaro, México.

Correspondencia: mgarcia378@alumnos.uaq.mx, pamela.garbus@auq.mx

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo fundamentar la pertinencia del trabajo intersectorial como elemento para la promoción, prevención y cuidado de Salud Mental con adolescentes entre 12 a 15 años desde una perspectiva comunitaria.

A partir de atender la necesidad en torno a situaciones en Salud Mental con adolescentes en San Juan del río, dicha alianza está conformada por: la Universidad Autónoma de Querétaro, la Comisión de la Juventud a través de Gobierno Municipal y la Comunidad El Jazmín, perteneciente al municipio de San Juan del Río.

Los resultados señalan la pertinencia de realizar trabajos intersectoriales para el beneficio de las instancias participantes, sean estas instancias gubernamentales, publicas y/o la comunitaria.

Palabras clave

Salud Mental, aprendizaje-servicio, comunidad, adolescentes, lazos intersectoriales, alianzas.

Abstract

The present research work aims to support the relevance of intersectoral work as an element for the promotion, prevention and care of Mental Health with adolescents between 12 and 15 years of age from a community perspective.

The alliance is formed by: the Autonomous University of Querétaro, the Youth Commission through the Municipal Government and the Community of El Jazmín, belonging to the municipality of San Juan del Río.

The results point to the relevance of carrying out intersectoral work for the benefit of the participating agencies, be they governmental, public and/or community agencies.

Keywords

Mental Health, service-learning, community, adolescents, intersectoral linkages, partnerships.

Introducción

El aumento de los problemas de Salud Mental (SM) ha sido un tema relevante en los últimos años que ha afectado desde niños hasta personas mayores sin discriminar sexo y edad. La SM no es únicamente la ausencia de algún tipo de trastorno mental, este es un estado de bienestar psicológico que ayuda a enfrentar situaciones de estrés, desarrollar habilidades para adaptarse y contribuir a la sociedad buscando un bien individual y a su vez colectivo (OMS, 2022)

Desafortunadamente la atención en SM es escaza y no siempre está al alcance de la ciudadanía en general; los centros de salud no cuentan con el personal suficiente para atender la demanda de la población y la mayoría de esta no cuenta con los recursos económicos necesarios para poder asistir con especialistas de forma particular (Garbus et. al. 2015)

Los adolescentes son la población con mayor frecuencia en padecer algún tipo de trastorno de ansiedad; entre los 15 a 19 años se muestra la

mayor prevalencia representado con el 4,6% de la población a nivel mundial y otro 3,6% de dicha población, son adolescentes entre diez a 14 años (OMS, 2021).

En 2019 un estudio realizado por el Fondo de las Naciones Unidas por la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) señaló que a nivel mundial más del 20% de adolescentes sufren algún trastorno mental y la sintomatología se presenta antes de los 14 años (AlHattab, 2019).

La SM de los jóvenes es un asunto fundamental que debe estar en agenda pública como prioridad. Banda y Garbus (2019) refieren que el bienestar psíquico en los adolescentes representa la calidad de vida que tiene y que tendrá en un futuro y le servirá para desarrollarse y adaptarse a la sociedad.

En San Juan del Río, en 2015 se realizó un mapeo para conocer la oferta de servicios especializados en SM para adolescentes y los requisitos necesarios para acceder a ellos dando como resultado la existencia de 17 centros de salud; de estos 17 únicamente tres cuentan con atención psicológica para toda la población, desafortunadamente de esos tres, solo dos de ellos brindan atención una vez al mes, mientras que el otro requiere que las personas soliciten cita previamente. Los servicios de salud pública no cuentan con el personal suficiente y no existen programas comunitarios que atiendan las necesidades de los jóvenes. Por ello, es indispensable comenzar a crear estrategias dentro de la comunidad para trabajar en ello por medio de la enseñanza, promoción y cuidado en SM en los jóvenes y, sobre todo, con la participación de las y los adolescentes generando así, tanto ellos como los adultos de la comunidad puedan identificar, las necesidades que tienen como colectivo y, desarrollar estrategias de cuidados colectivos (Garbus et. al. 2015, p. 43-44).

La participación comunitaria se considera una forma de involucramiento de los individuos en la acción colectiva y tiene como fin el desarrollo de la comunidad mediante la atención de las necesidades de sus miembros (Patiño, 2019, p. 45); La atención de la SM comunitaria desarrolla acciones de promoción y atención de la SM en los territorios en donde las comunidades se desarrollan, impulsando la puesta en marcha de prácticas de cuidado que promuevan la participación de familias y de la comunidad (Garbus, 2023, p. 17).

Existe una creciente necesidad de implementar estrategias funcionales dentro de la comunidad con el fin de conocer sus necesidades en temas de SM adolescente, los factores de riesgo, así como los protectores, esto desde una perspectiva participativa, por eso el Aprendizaje-Servicio (ApS) es una estrategia pertinente.

El ApS surge como una propuesta pedagógica que promueve la formación ciudadana con el objetivo de aprender contenidos, desarrollar competencias y habilidades para atender necesidades reales dentro de una comunidad (Ministerio de Educación de la Nación, Buenos Aires, 2012, p. 11)

De acuerdo con Puig et. al 2011, el ApS es una combinación de diversos procesos de aprendizaje y servicio a la comunidad, siendo el proyecto de servicio desarrollado por los miembros de la comunidad para atender las necesidades de su entorno para la obtención de resultados positivos; fomenta la participación y el compromiso de los miembros de la comunidad para un beneficio colectivo (Puig et. al 2011, p. 53).

La metodología del ApS brinda la oportunidad de trabajar las problemáticas que aquejan a una comunidad con base a sus propias experiencias, buscando una solución autentica de las necesidades y demandas existentes donde los participantes adquieren conocimientos y crean herramientas necesarias para la solución de las problemáticas; la comunidad resuelve en conjunto las demandas y necesidades existentes y por medio de su

experiencia sientan las bases necesarias para una mejora individual y a su vez colectiva.

Con base a lo anterior este trabajo tiene como objetivo fundamentar la pertinencia del trabajo intersectorial para la promoción y cuidado de la SM adolescente desde una perspectiva comunitaria.

El trabajo intersectorial de acuerdo con Cunill implica que distintos sectores gubernamentales atiendan de forma articulada las necesidades de la sociedad, prevengan problemas complejos y diversos atendiendo su origen (Cunill, 2014, p. 8).

Un estudio realizado en Santa Fe, Argentina en 2020, consistió en una Mesa de Trabajo Intersectorial (MTI) en Salud para la prevención del dengue, fue encabezada por gobierno municipal, participó de manera activa estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) de la Universidad Nacional del Litoral, voluntariado de la Cruz Roja, equipos de Centros de Salud, miembros de la comunidad, Ejército y Gendarmería, entre otros. El trabajo realizado abordó: 1) las dificultades presentes durante el desarrollo de la intervención; 2) el trabajo colaborativo en la planificación de la intervención; 3) la aplicación de los conocimientos por parte de los expertos; 4) la participación de expertos y miembros de la comunidad. Los resultados de los lazos intersectoriales fueron: 1) Experiencia en situaciones reales para los estudiantes de la FCM; 2) las instituciones participantes cuentan con equipos más capacitados para hacer frente a problemáticas en Salud; 3) Obtención de información para eliminar criaderos de mosquitos en la zona; 4) la colaboración de los distintos actores en el proyecto permitió la elaboración de protocolos de actuación municipales que permiten forma rápida y ordenada ante la aparición de nuevos casos de contagio; 5) de dicha intervención resultaron beneficiadas 220 manzanas de la localidad; 6) los miembros de la comunidad así como los especialistas adquirieron conocimientos que favorecieron el trabajo dentro de la comunidad (Blesio, Hernán, 2020).

Marín-González y Pérez-González (2021) realizaron un estudio en la Península de Paraguaná, Venezuela caracterizada por un enfoque de gestión por procesos para una red de cooperación intersectorial entre la universidad, gobierno y empresas para el desarrollo efectivo de las prácticas profesionales universitarias. El resultado destaca que la propuesta sirve de guía para el diseño de actividades, permite la mejora en la eficiencia de los sectores involucrados desde la ejecución de las prácticas profesionales, adquisición y transferencia de conocimientos que induce a la solución de problemas sociales de forma asertiva (Marín & Pérez, 2021).

Los lazos intersectoriales representan una forma de intervención con la cual más de un organismo institucional o comunitario obtiene un beneficio, en este caso la Comisión de la Juventud, la Universidad Autónoma de Querétaro y la comunidad El Jazmín brindarán herramientas y conocimientos desde su campo de acción, brindando diferentes perspectivas y nutriendo el trabajo de intervención comunitaria.

Metodología

Se trató de una investigación aplicada cuyo alcance es exploratorio-descriptivo, con una etapa de diseño pre - post de evaluación para conocer los efectos de la participación en la actividad a realizar; por su enfoque es mixto.

El proyecto se desarrolló con adolescentes de secundaria entre 12 y 15 años residentes de una comunidad localizada en San Juan del Río, Querétaro, llamada el Jazmín. Fue una muestra, por oportunidad, el número de participantes se definió con base a la respuesta que se tuvo en la convocatoria.

La comunidad se eligió por medio de reuniones con la Lic. Itzel A. Guerrero Soto, representante de

la Comisión de la Juventud en el gobierno municipal y las representantes de la Universidad Autónoma de Querétaro; en las reuniones se definieron las características que debía de tener la comunidad para realizar la intervención, siendo las siguientes:

- Comunidad de fácil acceso (carretera, caminos);
- Acceso a servicios básicos (agua, luz, centro de salud);
- Comunidad perteneciente a San Juan del Río;
- Comunidad con adolescentes;
- Disposición y compromiso por parte de la comunidad;
- Adolescentes entre 12 y 15 años miembros de la comunidad;
- Necesidad en atención con temas de SM;
- Índices de violencia no tan altos.

A comienzos de septiembre 2022 se llevó a cabo reuniones entre la Universidad Autónoma de Querétaro y Gobierno Municipal, para la definición y elección de la comunidad; en mayo 2023 surgió la propuesta de la Comunidad el Jazmín, lugar que contó con las características mencionadas anteriormente; en Junio 2023 se tuvo el primer acercamiento con dicha comunidad y se llevó a cabo la primera reunión que involucraba a los 3 aliados del proyecto: Comisión de la Juventud a través de Gobierno Municipal, las facilitadoras del proyecto de investigación a través de la Universidad Autónoma de Querétaro y el delegado de la comunidad el Jazmín, el Sr. Jorge Maldonado Piña.

Cabe destacar que se explicó la naturaleza de la intervención a la regidora, quien ya contaba con la información sobre la intervención y, al delegado, quien al finalizar el encuentro estuvo de acuerdo en realizar la intervención en su comunidad acordando que la participación de las y los adolescentes, así como de la comunidad en general sería de manera voluntaria.

Resultados:

De acuerdo con la bibliografía recabada, los lazos intersectoriales representan una forma de intervención por medio de alianzas entre diversas instancias, a su vez los distintos órganos institucionales, así como los actores de la comunidad ofrecen herramientas, conocimientos y habilidades desde su propio campo de acción que fomenta un trabajo mancomunado para la mejora comunitaria.

Gracias a estos lazos intersectoriales se tomó la decisión de intervenir en temas de SM con adolescentes y trabajar la promoción, participación y cuidado de la SM adolescente generando de redes de apoyo con un mismo objetivo, un bienestar comunitario.

Discusión y conclusiones

El presente documento argumenta la necesidad de crear lazos intersectoriales para la atención, cuidado y promoción de la SM en adolescentes dentro de la comunidad; las alianzas entre la Universidad Autónoma de Querétaro, el Gobierno Municipal y la comunidad de El Jazmín impactan en: el conocimiento que los y las participantes tienen para identificar factores de protección y de riesgo en problemas de SM; fomenta la participación comunitaria en el cuidado, promoción y atención de la SM adolescente; los participantes obtendrán herramientas de prevención en problemáticas de SM que pueden ser implementadas de manera autónoma en sí mismos y compartirlas con personas externas al proyecto; promueve la participación adolescente en la comunidad y sen sensibiliza a los miembros de esta.

Existe disposición y compromiso por parte de los habitantes de la comunidad en la participación y retroalimentación de las actividades, sus contextos y problemáticas específicas referentes a la SM; por otra parte, el gobierno municipal funge como

principal puente de comunicación entre la comunidad y la Universidad autónoma de Querétaro al gestionar, definir y abrir el espacio de intervención de acuerdo con la información referente a SM que ya posee, sentando bases sólidas para la cooperación en intervenciones y proyectos futuros de esta índole; La UAQ al llevar a cabo dicho proyecto pone en práctica los conocimientos y habilidades que han adquirido las facilitadoras de las sesiones facilitando la experiencia de primera mano en el trabajo comunitario respecto a SM permitiéndole a sus participantes experimentar una situación real en donde tendrán que relacionarse con las personas participantes en sus contextos específicos, generando conocimiento sobre SM, bienestar psicológico y emocional, con la implementación de la metodología del ApS en espacios comunitarios el cual dotará a los adolescentes y a la comunidad de herramientas necesarias para la identificación, cuidado y promoción del bienestar psicológico y un impacto significativo en la mejora de la SM de la comunidad previniendo problemas futuros.

Referencias bibliográficas

AlHattab, Sara (2019). UNICEF. Más del 20% de los adolescentes de todo el mundo sufren trastornos mentales. UNICEF México. Disponible en: https://www.unicef.org/mexico/comunicados-prensa/m%C3%A1s-del-20-de-los-adolescentes-de-todo-el-mundo-sufren-trastornos-mentales

Banda Anaya, Berenice Viridiana y Garbus, Pamela (2019). Prevalencia de consumo de alcohol, tabaco y drogas y su relación con factores psicológicos y psicosociales en adolescentes de San Juan del Río, Querétaro. México. Recuperado de: Acta académica: http://www.aacemica.org/000-111/73

Blesio, Hernán, 2020. Mesa de Trabajo Intersectorial en Salud de Santa Fe: una estrategia de participación colectiva para la prevención del dengue. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. Revista de Extensión Universitaria +E, núm. 12. Enero-Junio 2020, pp. 1-15. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=564172819009

Cunnil-Grau, Nuria (2014). La intersectorialidad en las nuevas políticas sociales. Un acercamiento analítico-conceptual. Vol. XXIII, núm. 1. pp- 5-46. 1 semestre de 2014. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v23n1/v23n1a1.pdf

Garbus, Pamela (2023). SALUD MENTAL EN LA COMUNIDAD COMO ELEMENTO ESENCIAL PARA LA ATENCIÓN DE NIÑECES EN MÉXICO. Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca. Vol. 33, núm. 2. Julio-Agosto 2023.

Garbus, Pamela; Morales Osornio, Andrea; Grafías Hernández, Emilio; Cabello Álvarez, Leonardo S; González Zamora, Karla S; Carbajal Valencia, José A; Garduño Fernández, Fernanda M. y Verde Ortiz Jessica A. (2015). Problemáticas en salud mental y prácticas de atención de adolescentes de un municipio de Querétaro, México. Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca. vol. 25, núm. 2.

González F., Marcela B. (2013) Practicas parentales, bienestar psicológico y conductas de riesgo en adolescentes. Para obtención de grado: Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000702185/3/0702185.pdf

Marín-González, Freddy y Pérez-González, Judith. (2021). Gestión por procesos en redes de cooperación intersectoriales en la Península de Paraguaná, Venezuela. Revista de Ciencias Sociales (Ve), vol. XXVII, núm. 1, 2021. Universidad del Zulia, Venezuela. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/280/28065533013/28065533013.pdf

Ministerio de Educación de la Nación. Programa Nacional Educación Solidaria. Itinerario y herramientas para desarrollar un proyecto de aprendizaje-servicio. 1ª ed. Buenos Aires. Ministerio de Educación de la Nación, 2012. ISBN 978-950-00-0959-1.

Organización Mundial de la Salud (2022). Salud mental: fortalecer nuestra respuesta. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response

Organización Mundial de la salud (2021). Salud mental del adolescente. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-healt

Puig Rovira, Josep, M., Gijón García, Mónica, Martín García, Xus y Rubio Serrano, Laura (2011). Aprendizaje-servicio y Educación para la Ciudadanía. Revista de Educación, número extraordinario 2011, pp. 45-67.

Participación de niños y niñas en el espacio público.

Autora: Lic. María de los Ángeles Zurita Muñoz. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Psicología y Educación, Maestría en Educación para la Ciudadanía. Correo mzurita15@alumnos.uaq.mx

Asesor: Dr. Josué Castro Puga, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Psicología, Maestría en Educación para la Ciudadanía. josue.castro@uaq.mx

Resumen

Se llevó a cabo una intervención por medio de un taller de participación en el espacio público con 11 niños/as de entre 6-12 años en la colonia La Pradera, en el Marqués, Querétaro, el cual duró 12 sesiones y tuvo por objetivos describir sus formas de participación en el espacio público, sus concepciones sobre qué es la participación en el mismo e identificar la influencia de un taller en sus prácticas y concepciones acerca de qué es participar. La información recolectada se obtuvo por medio de entrevistas, observación participante, dibujos, bitácoras de COL y cuestionarios, siendo esta última la que alimenta los resultados del presente trabajo. Los datos obtenidos en el pre-test muestran cómo la participación de NNA en el espacio público se ve afectada por el adultocentrismo, la falta de lugares para que lleven a cabo dicha práctica y el tipo de actividades que se realizan. Al contrastarlos con la información obtenida durante el post-test, se puede observar que los/as participantes son capaces de organizarse de manera autónoma para la transformación del espacio público de acuerdo con sus intereses, mostrando la necesidad de dotarles de espacios y oportunidades para que puedan participar de manera auténtica y ejercer de manera plena su derecho a hacerlo.

Palabras clave

Participación, espacio público, niñez.

Summary

An intervention was held using a participation in the public space workshopwith 11 children ages 6-12 in the neighborhood La Pradera, located at El Marqués, Querétaro, which lasted 12 sessions and had as objectives to describe the ways they participe in the public space, their conceptions of what is public space participation and to identifiy the influence of a workshop in their practices and ideas about what it is to participe. The information gathered was obtained using interviews, participant observation, drawings, COL binnacles and questionaries, the last one being the one that feeds the results of this text. The data obtained during the pre-test showed how the children's participation can be affected by adultcentrism, the lack os places where they can carry this practice and the type of activities that are done there. On the other hand, with the information obtained during the post-test it can be observed that the participants are capable of organizing autonomously to transform the public space according to their own interests, showing the need to give them spaces and opportunities where they can have an authentic participation and completely excersice they right to do so.

Key words

Participation, public space, childhood.

Introducción

Los espacios dedicados a la niñez parecieran estar en todos lados: parques, escuelas, parques de diversiones, etc. Sin embargo, esto no quiere decir que niños, niñas y adolescentes (NNA en adelante) participen de manera activa en ellos, en gran parte

debido a las concepciones que se han construido históricamente sobre la niñez. A lo largo de la historia, la forma de ser niño/a se ha ido modificando, respondiendo a diferentes elementos sociales y contextuales.

Anteriormente se les relegaba de manera radical, de modo que no tenían participación alguna en asuntos públicos, pero el siglo XX "ha sido denominado el siglo de los niños y las niñas, debido a que se dieron cambios significativos en la legislación, educación, concepciones sobre el desarrollo infantil y crianza" (Gallego, 2014, p.155). Un ejemplo de esto es la Convención de los Derechos del Niño, de 1989, ratificada por México en 1990, la cual refiere distintas acciones que buscan proteger el ejercicio de la participación: en su Artículo 12, establece la obligación de los Estados a garantizar al niño/a las condiciones adecuadas para formarse un juicio propio y expresar libremente su opinión sobre los asuntos que le afecten; el Artículo 13 menciona que el niño tiene derecho a la libertad de expresión, así como la libertad de recibir y difundir información de todo tipo; el Artículo 15 protege el derecho a la libertad de asociación, pudiendo NNA celebrar reuniones pacíficas; y el Artículo 17 protege su derecho a la información.

Si bien NNA son reconocidos como miembros plenos de la sociedad, en el papel, la práctica dista todavía de esto, ya que siguen sin ser parte activa en la toma de decisiones, la participación y la transformación social. Debido a lo anterior, aún persisten deudas con respecto a la falta de garantía del disfrute pleno de los derechos NNA, incluso en el contexto escolar, que es uno de los espacios en donde ha habido claros intentos para promoverlo (Ochoa, Pérez y Castro, 2022).

Como mencionan Trilla y Novella (2014), la participación de NNA es una "experiencia personal y colectiva que permite implicarse en proyectos sociales que favorecen el desarrollo psicoeducativo, la construcción de valores y el ejercicio de la ciudadanía activa mediante la deliberación y acción comprometida en aquellos temas que les preocupan y sienten como propios" (p. 17). Este proceso no se da de manera aislada, sino que se aprende ejerciendo la propia participación. Específicamente en el caso de NNA, la importancia de incidir en la transformación social y las decisiones públicas es fundamental ya que "tienen que incidir en los espacios institucionales, porque es en ellos donde se pueden combinar las experiencias particulares con las reglas de administración de la sociedad." (Corona y Morgín, 2001, p. 19).

Generar este tipo de participación implica una transformación en las prácticas educativas en donde el adulto es el poseedor de todo el conocimiento. Partiendo de esta idea, Trilla y Novella (2001) presenta los siguientes niveles de participación que NNA pueden tener:

1) Participación simple, caracterizada por NNA que toman parte en las actividades (comúnmente organizadas por adultos) como espectadores o ejecutantes pasivos que siguen indicaciones.

2) Participación consultiva, donde NNA intervienen usando la palabra y se implican en los temas que les afectan directa o indirectamente, dando su opinión y valorando las situaciones de distintas formas.

3) Participación proyectiva, donde NNA son agentes activos que desarrollan un proyecto y pasan a ser responsables de la actuación.

4) Metaparticipación, el cual posee una doble dimensión, una en donde los/as participantes piden y/o generan espacios participativos, ante una

carencia de estos, lo que implica el ejercicio reivindicativo, y otra, referida a la reflexión sobre su propia participación.

A pesar de las nuevas propuestas para asegurar la participación auténtica de NNA, todavía hay ciertos obstáculos que impiden que la puedan ejercer libremente, generando desigualdades entre ellos/as y las personas adultas. Gaitán (2010) logra identificar diversos factores que la limitan, tales como: 1) la visión adulto centrista que todavía existe hoy en la sociedad; 2) la categorización como "niños problema" cuando comienzan a tener una postura crítica, por lo que se limita el ejercicio de sus derechos; 3) la falta de espacios para participar; 4) la visión protectora de adultos hacia niños; 5) la invisibilización de elementos culturales de las minorías; 6) la necesidad de controlarlos; y 7) una visión que todavía se enfoca en su futuro como adultos en lugar de su proceso actual de vida

Para asegurar que la participación de NNA sea auténtica, real y efectiva se necesitan una serie de condiciones que se relacionan con su dimensión educativa, las cuales son caracterizadas por Trilla y Novella (2001) las de la siguiente forma: 1) reconocimiento del derecho de la niñez a participar por parte de las personas adultas; 2) la capacidad que tienen NNA para poder participar; y 3) espacios adecuados que faciliten su participación. Desde este posicionamiento, la participación tiene que ver con un enfoque de dignidad, cambio en las relaciones de poder entre NNA y personas adultas, y con la producción de un nuevo modelo de sociedad.

A pesar de que la escuela ha sido el lugar encargado de promover la participación de NNA, los espacios no-formales también son una oportunidad para que ellos/as puedan ejercer este derecho y transformar aquello que les es de interés. Debido a esto, el presente trabajo se llevó a cabo en el espacio público, ya que "la ciudad-civitas no es una unidad homogénea sino la sociedad urbana heterogénea" (Borja y Muxi, 2003, p. 106).

El espacio público es algo más que el lugar compartido por una sociedad, pues es también todo lo que sucede dentro de él ya que es "la ciudad como lugar donde se concentran y conviven las diferencias de origen, de aptitudes, de actividades, admitiendo también que esta diversidad favorece lo imprevisible, introduce desorden y hace más posible la innovación" (Borja y Muxi, 2003, p. 34)

En el contexto mexicano, las formas en que NNA habitan el espacio público se encuentran atravesadas por factores externos a ellos/as, como la inseguridad. Retomando a Corona y Gülgönen (2019), "la inseguridad – real o percibida – tiene por corolario el encierro de los niños en el espacio privado, y un incremento del control tanto de su tiempo como de sus actividades en el espacio público" (p. 27). Dichos autores muestran, de igual forma, que en México existe una hostilidad del espacio urbano hacia los niños. La prioridad de obras públicas y uso del entorno va enfocada hacia la circulación de los automóviles, por lo que existe una dificultad para que NNA participen y se apropien de estos lugares.

La necesidad de producir estrategias de intervención e investigación que fomenten el acceso de NNA a una participación auténtica se vuelve evidente ya que, como lo mencionan Díaz, Contreras y Bozo (2018), "la niñez ha sido relegada al espacio privado, instalándose una representación social de ella limitada a la privatización de la infancia y a su ocultamiento social como actor individual y colectivo" (p. 103). Esto implica que hay una negación por parte de las personas adultas a que NNA participen en la

escena política, y genera una imposibilidad para que participen en los asuntos públicos.

Es a partir de estos elementos que el presente escrito da cuenta de un proceso de intervención que giró en torno a la participación de NNA en el espacio público en la colonia La Pradera, localizada en el Marqués, Querétaro, la cual contó con los siguientes objetivos:

1. Describir las formas de participación en el espacio público que tienen NNA de 6-12 años de edad de la colonia La Pradera, El Marqués, Querétaro.

2. Identificar las concepciones que tienen NNA de 6-12 sobre su participación en el espacio público en La Pradera, El Marqués, Querétaro.

3. Conocer la influencia de la implementación de un taller sobre las prácticas y concepciones de participación en el espacio público de NNA de 6-12 años en La Pradera, El Marqués, Querétaro.

Metodología

El tipo de investigación que se presenta a continuación tiene un enfoque mixto (con predominancia en lo cualitativo), exploratorio-descriptivo y se obtuvo la información por medio de trabajo de campo.

Se llevó a cabo en la colonia La Pradera, localizada en el municipio de El Marqués en el estado de Querétaro, específicamente en un terreno que es propiedad pública, no cumple ninguna función, y ha generado conflictos con los/as vecinos/as sobre qué hacer con él. Debido a esto, los/as NNA participantes se encontraban familiarizados con el tema de espacio público y quién lo puede usar.

La intervención se realizó por medio de un taller, mecanismo descrito por Rodríguez (2012) un espacio que está abierto a la intervención, ayuda a disminuir la distancia que se genera a partir de las relaciones jerárquicas entre educador-educando, y permite una reflexión conjunta sobre los temas propuestos, situando a los estudiantes como los constructores de sus propios aprendizajes. Cano (2012), por su parte, lo caracteriza como un dispositivo de trabajo grupal que tiene un tiempo y espacio limitado, buscando alcanzar ciertos objetivos por medio de un proceso pedagógico el cual se sustenta en la integración de la teoría y la práctica, dándole protagonismo al participante y valiéndose del diálogo de saberes comunes para la producción colectiva de aprendizaje y la transformación de las personas que lo conforman. Estos elementos vuelven al taller un dispositivo idóneo para que NNA tengan una experiencia de participación auténtica.

El mencionado taller se realizó del 7 al 22 de agosto de 2023, con un total de 12 sesiones, con una duración de dos horas y media por día, logrando así dedicar 30 horas para llevar a cabo la intervención. La convocatoria se realizó a través de un curso de verano, ofreciendo a NNA de 6-12 años residentes de la colonia La Pradera en el Marqués, Querétaro, la posibilidad de transformar su espacio público y realizar una serie de actividades de su interés. Hay que señalar que el trabajo del taller participativo estuvo claramente diferenciado de otras actividades del curso de verano, y las dos horas y media por sesión que aquí se reportan, corresponden únicamente al taller. Los principales medios de convocatoria fueron los siguientes:

1. El acercamiento directo con vecinos/as de la colonia La Pradera y los/as NNA,

explicándoles el proyecto e invitándoles a participar.

2. Elaboración y publicación en redes sociales de un cartel donde se promocionó el taller, enmarcado en un curso de verano, para la transformación de su espacio público.

Cabe destacar que se le explicó en su totalidad la naturaleza del taller a padres/madres de familia y a los/as mismos NNA, entregándoles una carta de consentimiento donde se estipula que la información recabada servirá para la elaboración de una tesis o cualquier producto académico derivado, tratando sus datos de manera anónima y asegurando que podían retirarse y/o no participar en alguna actividad, si así lo deseban.

Las 12 sesiones del taller de intervención contaron con la presencia de 4 niñas y 7 niños, y estuvieron divididas de la siguiente forma:

Diagnóstico: 3 sesiones.	NNA recorrieron el espacio de trabajo y realizaron un mapeo sobre las problemáticas existentes en él y las formas en que les gustaría intervenirlo.
Organización de actividades: 2 sesiones.	NNA se organizaron para transformar el espacio de acuerdo con las problemáticas que mencionaron durante las sesiones pasadas, elaborando un calendario de actividades y un listado de las responsabilidades que asumían.
Realización de las actividades: 6 sesiones.	NNA llevaron a cabo las actividades de su interés para la transformación del espacio. Cabe destacar que, en esta etapa, hubo modificaciones a los tiempos y actividades de acuerdo con el interés de los/as participantes.
Cierre: 1 sesión.	NNA dieron cierre al taller compartiendo sus experiencias, sentires y aprendizajes durante la intervención.

Tabla 1. Fuente: elaboración propia

Partiendo de los elementos teóricos planteados por Trilla y Novella (2001) respecto a la escala de participación, la planeación del taller buscó tener momentos de participación consultiva y proyectiva en donde NNA organizaran, decidieran y gestionaran de manera autónoma las actividades a realizarse durante esta intervención, por lo que la facilitadora solamente fungió como guía y mediadora de los intereses que niños y niñas mostraron respecto al espacio público donde se trabajó.

A partir de esto, se buscó recolectar información de las siguientes dimensiones: 1) concepciones de NNA sobre la participación; 2) concepciones de NNA sobre el espacio público; 3) concepciones de NNA sobre su propia participación en el espacio público; y 4) formas de participación en la práctica de NNA (tanto las que reportan como las que ejercen).

Las técnicas para recolectar información (las cuales incorporaron de manera transversal las cuatro dimensiones anteriormente mencionadas) fueron las siguientes:

1. Cuestionario: aplicado durante la primera y última sesión del taller, categorizando los datos obtenidos. Contó con 6 preguntas abiertas y 19 preguntas con escala tipo Lickert. En la sección de resultados, se profundiza principalmente en lo obtenido a partir de estos.
2. Entrevista semi-estructurada: aplicada durante la primera y última sesión del taller, grabándose el audio y realizando las transcripciones pertinentes. El análisis de la información recopilada con dicha técnica no se profundiza en el presente escrito ya que aún falta sistematizar los datos obtenidos.
3. Bitácora de Comprensión Ordenada del Lenguaje (COL) después de cada sesión del taller: entendida, de acuerdo con Jiménez (2017), como una experiencia educativa que promueve el pensamiento crítico y creativo en el área de formación básica partiendo de las preguntas: "¿Qué pasó?", "¿Qué sentí?" y "¿Qué aprendí?". El análisis de la información recopilada con dicha técnica no se profundiza en el presente escrito ya que aún falta sistematizar los datos obtenidos.
4. Dibujo y su descripción de este: aplicado durante la primera y última sesión del taller, categorizando y contrastando los expuesto por NNA. El análisis de la información recopilada con dicha técnica no se profundiza en el presente escrito ya que aún falta sistematizar los datos obtenidos.
5. Guía de observación participante: aplicada durante todas las sesiones del taller, responde a los distintos indicadores que componen las cuatro dimensiones de recolección de información mencionadas con anterioridad. Cabe destacar que se cuentan con dos guías por sesión, ya que se tuvo el apoyo de una psicóloga social para el llenado de estas y asegurar que no se escapara ningún suceso. El análisis de la información recopilada con dicha técnica no se profundiza en el presente escrito ya que aún falta sistematizar los datos obtenidos.

Resultados

Si bien se utilizaron diversas técnicas para recolectar información durante el presente proyecto, los resultados presentados a continuación son los obtenidos a partir de la aplicación de cuestionarios aplicados en la primera y última sesión del taller.

Respecto a las formas de participación en el espacio público, NNA dan cuenta de las distintas acciones que llevan a cabo en este lugar:

Acción	Pre-test (sesión 1)		
	Siempre	A veces	Nunca
Jugar con NNA	9%	91%	0%
Salir a Pasear	36%	64%	0%
Asistir a eventos de mi interés	27%	45%	27%
Cuidar el espacio	73%	27%	0%
Organizar juegos	45%	27%	27%
Ser escuchado/a cuando doy mi opinión	36%	45%	18%
Encontrar información de	36%	27%	36%

cosas que me interesan			
Que los adultos me digan que hacer	64%	36%	0%

Tabla 2. Porcentaje de frecuencias de acciones de participación en el espacio público pre-test. Fuente: elaboración propia

Acción	Post-test (sesión 12)		
	Siempre	A veces	Nunca
Jugar con NNA	36%	55%	9%
Salir a Pasear	36%	55%	9%
Asistir a eventos de mi interés	45%	55%	9%
Cuidar el espacio	73%	27%	0%
Organizar juegos	55%	36%	9%
Ser escuchado/a cuando doy mi opinión	64%	27%	9%
Encontrar información de cosas que me interesan	55%	36%	9%
Que los adultos me digan que hacer	36%	36%	27%

Tabla 3. Porcentaje de frecuencias de acciones de participación en el espacio público post-test. Fuente: elaboración propia Fuente: Elaboración propia

El contraste entre ambos resultados muestra que la intervención tuvo una influencia significativa sobre las concepciones y prácticas de participación de los/as NNA que asistieron al taller, especialmente sobre aquellos relacionados a que su opinión sea escuchada por las demás personas y la frecuencia con que las personas adultas les dan indicaciones de qué hacer.

En lo referente a las concepciones que tienen sobre su participación en el espacio público, el pre-test mostró que la mayoría de NNA (6 respuestas) no sabían si participar era un derecho, mientras que el post-test arroja que la mayoría (4 respuestas) afirma que lo es principalmente porque niños y niñas tienen la capacidad de hacerlo.

Durante el pre-test, 6 NNA refirieron que nunca pueden transformar el espacio público, 3 que a veces lo hacen y 2 que siempre llevan a cabo esta práctica. En contraste, el post-test mostró un cambio en las respuestas arrojando 6 donde siempre pueden llevar a cabo una transformación, 4 que a veces y 1 que nunca. Esto demuestra la influencia del taller sobre las concepciones y prácticas de los/as asistentes respecto a la participación y lo que ésta implica, reflejando las acciones de cambio social y espacial que NNA llevaron a cabo durante el taller.

De igual forma, la información recabada por medio del cuestionario refleja una variación significativa en cuanto a las respuestas que refieren la frecuencia con que ciertas acciones de participación en el espacio público se llevan a cabo, siendo las más significativas:

Acción	Pre-test (sesión 1)		
	Siempre	A veces	Nunca
Jugar con otros niños/as	9%	91%	0%
Salir a Pasear	36%	64%	0%
Asistir a eventos de mi interés	27%	45%	27%
Cuidar el espacio	73%	27%	0%
Organizar juegos o actividades	45%	27%	27%

Ser escuchado/a cuando doy mi opinión	36%	45%	18%
Encontrar información de cosas que me interesan	36%	27%	36%
Que los adultos me digan que hacer	64%	36%	0%

Tabla 4. Frecuencia de las acciones de participación en el espacio público. Fuente: elaboración propia

Acción	Pre-test (sesión 1)		
	Siempre	A veces	Nunca
Jugar con otros niños/as	36%	55%	9%
Salir a Pasear	36%	55%	9%
Asistir a eventos de mi interés	45%	55%	9%
Cuidar el espacio	73%	27%	0%
Organizar juegos o actividades	55%	36%	9%
Ser escuchado/a cuando doy mi opinión	64%	27%	9%
Encontrar información de cosas que me interesan	55%	36%	9%
Que los adultos me digan que hacer	36%	36%	27%

Tabla 5. Frecuencia de las acciones de participación en el espacio público. Fuente: elaboración propia

Dichos resultados muestran de manera clara el impacto que este tipo de intervenciones tienen en NNA respecto a qué es participar en el espacio público y el nivel de autonomía que pueden llegar a tener; se observa una disminución de la percepción del mandato adulto, un aumento en la frecuencia con que juegan y conviven con otros niños y niñas, un aumento en la frecuencia de la organización independiente de juegos o actividades y un aumento en la percepción de que su opinión es escuchada y tomada en cuenta.

A lo largo de la intervención, se buscó que la práctica con NNA fuera recorriendo los distintos niveles de participación planteados por Trilla y Novella (2001). Si bien en un primer momento la dinámica del taller mostró principalmente formas de participación consultiva, hubo varios momentos en donde se alcanzó la participación proyectiva y los/as participantes se adueñaron de los procesos organizativos, gestiones y tiempos de las actividades, decidiendo y organizándose de manera autónoma para decidir qué querían hacer en el espacio, quién iba a ser responsable de ciertas cosas y en qué momento las iban a hacer, llegando inclusive a reacomodar días y tiempos de trabajo de acuerdo con sus intereses y solo comunicándoselo a la facilitadora.

Discusión y conclusiones

El presente trabajo muestra la necesidad de que NNA cuenten con espacios, procesos y oportunidades para participar de manera auténtica, ya que es su derecho. Resulta importante acotar lo mencionado por Trilla y Novella (2014) respecto a que las acciones comprometidas en temas que les preocupan y sienten como propios, les permite implicarse en proyectos sociales. Esto no solamente beneficia a niños y niñas, sino que también asegura su inclusión en las vida pública y

política y sienta las bases para que puedan transformar otros espacios de su vida a lo largo del tiempo.

De igual forma, la información obtenida durante el proyecto coincide con lo planteado por Gaitán (2010) respecto a cómo la falta de espacios para que NNA participen limita las formas en que pueden hacerlo, así como sus concepciones sobre la práctica y sus propias capacidades para hacerlo. Esto tiene relación de manera directa con lo mencionado por Corona y Gülgönen (2019) y la inseguridad que existe, relegando a los niños y niñas al espacio privado.

A lo largo del taller, los y las participantes fueron adueñándose del lugar, la convivencia y sus propios procesos participativos, y transformándolos en beneficio de la comunidad. Esto muestra la importancia de asegurarles dichas oportunidades más allá de la visión adultocéntrica que todavía se encuentra presente al diseñar y ocupar los espacios públicos.

Particularmente en el espacio público, justamente la perspectiva de NNA para su transformación reafirma lo planteado por Borja y Muxi (2003) en donde las diferencias entre las personas que comparten el espacio público introducen el desorden y permite que haya innovación y nuevas propuestas.

Comprender que niños y niñas también son partícipes de los procesos sociales y tiene el mismo derecho que las personas adultas a hablar sobre ellos, encontrar problemáticas, proponer soluciones y expresar sus intereses para cambiarlos es algo que debe ser transversal no solamente para la creación de espacios y políticas públicas, sino para los procesos educativos y el trato cotidiano con NNA.

La experiencia aquí mostrada deja en claro que, a pesar de que la niñez ha sido relegada al espacio privado, tiene la capacidad de participar en los asuntos públicos, transformar la sociedad y dar cuenta de sus propias problemáticas y propuestas para solucionarlas. A pesar de los avances jurídicos que se han echado a andar en los últimos años, aún queda un largo camino que recorrer para asegurar que NNA de México puedan ejercer su derecho a participar en todos los ámbitos de su vida sin que encuentren ninguna limitante.

Referencias

Borja, J. y Muxi, Z. (2003) El espacio público: ciudad y ciudadanía. Ed. Electa, Barcelona.

Cano, A. (2012). La metodología de taller en los procesos de educación popular. Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales, 2 (2), 22-51. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.5653/pr.5653.pdf

Corona y Gülgönen (2019) ¿Jugar en la ciudad? La percepción de niñas y niños de la Ciudad de México sobre su entorno urbano. Cadernos de Pesquisa em Educação , n° 21(49), p. 60-80.

Corona, Y. y Morgin, M. (2001) Diálogos de saberes sobre participación infantil. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Díaz-Bórquez, D.; Contreras-Shats, N.; Bozo-Carrillo, N. (2018) Participación infantil como aproximación a la democracia: desafíos de la experiencia chilena. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, vol. 16, núm. 1, Enero-Junio, pp. 101-113 Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud Cinde - Universidad de Manizales DOI: https://doi.org/10.11600/1692715x.16105

Gaitán, L. (2010). Sociedad, infancia y adolescencia, ¿de quién es la dificultad? Pedagogía social. Revista Interuniversitaria, 17, pp. 29-42.

Gallego-Henao, A.M. (2014). Participación infantil... Historia de una relación de invisibilidad. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 13(1),151-165. [fecha de Consulta 24 de Septiembre de 2022]. ISSN: 1692-715X. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=773386320007

Jiménez, J. (2017) La bitácora COL: herramienta didáctica para el desarrollo de habilidades y actitudes de los estudiantes de Trabajo Social en Innovación Para la Formación Integral. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C.

Ochoa, A., Pérez, L.M., Castro, J. (2022) Fundamentos teóricos de la participación en la escuela como elemento clave para una educación democrática en Participación de niñas, niños y adolescentes: nuevas estrategias y estrategias para su promoción escolar. Colección conocimiento, Querétaro, México.

Organización de las Naciones Unidas. (1989). Convención sobre los derechos del niño (1a. Ed., 1a. Reimp.). Nueva York: Naciones Unidas.

Rodríguez, M.E. (2012) El taller: una estrategia para aprender, enseñar e investigar. En Lenguaje y Educación: Perspectivas metodológicas y teóricas para su estudio. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, pp. 13-43. Colombia.

Trilla, J. y Novella, A. (2001). Educación y participación social en la infancia. Revista Iberoamericana de Educación. Núm. 26. pp. 137 – 164.

_____(2014).“La participación infantil”. En Novella, A., Llena, A. Noguera, E., Gómez, M., Morata, X., Trilla, J., Agud, I. y Cifre-Mas, J. Participación infantil y construcción de la ciudadanía, (pp. 13-28). Barcelona: Graó

LA PARTICIPACIÓN POLÍTICA DE LAS Y LOS ADOLESCENTES A TRAVÉS DE LA ASAMBLEA ESCOLAR

Lic. Rubén Josías Iñiguez Rivas/ Josias.ir19@gmail.com

Dra. Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes/ azus@uaq.mx

Universidad Autónoma de Querétaro, México, Facultad de Psicología y Educación, Maestría en Educación para la Ciudadanía.

Resumen: En el contexto de una Secundaria Pública General en México, este estudio se adentró en la participación política de las y los adolescentes a través de la Asamblea Escolar. Su enfoque central radicó en explorar cómo este espacio fomenta la participación política y la autonomía estudiantil, con la finalidad de posicionarles como actores sociales en su entorno escolar.

Este proyecto adoptó un enfoque cualitativo de naturaleza descriptiva. La muestra estuvo compuesta por 38 estudiantes de segundo grado de secundaria, con edades promedio de 14 a 16 años, donde 16 eran mujeres y 22 hombres. Para recopilar datos, se emplearon técnicas como la observación y la captura de datos, así como grupos focales.

Los hallazgos revelan que, si bien el grupo de estudiantes aprecia la Asamblea Escolar como un espacio propicio para expresarse y ser escuchados, se encontraron obstáculos en su ejecución debido a la postura autoritaria y adultocéntrica de la institución. Este escenario ha mermado su capacidad de acción y ha restringido su autonomía, lo que contraviene tanto los estándares internacionales como los objetivos educativos establecidos.

Abstract: Within the context of a General Public Secondary School in Mexico, this study delved into the political participation of adolescents through the School Assembly. Its central focus was to explore how this space fosters political participation and student autonomy, with the aim of positioning them as social actors in their school environment.

This project adopted a qualitative, descriptive approach. The sample consisted of 38 second-grade secondary school students, with an average age of 14 to 16 years, including 16 females and 22 males. Data collection employed techniques such as observation, data recording, and focus groups.

The findings reveal that, while the group of students values the School Assembly as a conducive space for expression and being heard, obstacles were encountered in its execution due to the authoritarian and adult-centric stance of the institution. This scenario has diminished their capacity for action and restricted their autonomy, contradicting both international standards and established educational objectives.

Palabras clave: participación política, asamblea escolar, autonomía, adolescentes.

Keywords: political participation, school assembly, autonomy, adolescents.

La participación de las niñas, niños y adolescentes (NNA) en los asuntos que les afectan representa un derecho fundamental amparado por la Convención sobre los Derechos del Niño, y resulta esencial para forjar una sociedad inclusiva y equitativa. No obstante, una contradicción persiste entre los derechos formalmente reconocidos de los NNA y la realidad que experimentan, sobre todo en el contexto escolar. La carencia de voz y participación activa de los NNA en las instituciones educativas suscita cuestionamientos acerca de si los planes y programas de estudio en México auténticamente fomentan su participación y toman en consideración sus problemáticas y contribuciones.

Jenks (2005) plantea que en nuestra sociedad impera un paradigma en donde los adultos son considerados

individuos completos y los NNA como sujetos incompletos. Así, el propósito social del niño es dejar de serlo (como se citó en Gaitán, 2010).

Corona, Y. y Morfín, M. (2001) exponen que esta perspectiva respecto a los NNA aún mantiene la idea de la niñez como un camino hacia la adultez, evaluándola con criterios adultos, lo que conlleva a interpretar sus características como signos de inmadurez. Esta perspectiva promueve interacciones jerárquicas y paternalistas que prolongan la dependencia y omiten la individualidad.

Magistris (2022) añade que los adultos suelen subestimar a los NNA al considerar que no poseen necesidades complejas, diversidad de intereses, deseos propios, ni la capacidad de realizar aportes críticos en la sociedad actual.

Como nos señala Gaitán (2010) los niños, niñas y adolescentes representan el último gran grupo social en espera de su emancipación. En lugar de enfocarnos en establecer límites a su libertad, deberíamos centrarnos en reconocerlos como interlocutores y participantes válidos en el diálogo sobre su propio bienestar y desarrollo. Esta perspectiva, que aboga por una comprensión más profunda de la niñez y la adolescencia como sujetos activos y con capacidades, se alinea con la definición de la UNICEF sobre la participación de las niñas, niños y adolescentes.

La UNICEF con base en la CDN define participación de (NNA) como:

> Derecho a expresar su opinión libremente en todos los asuntos que afectan al niño, teniéndose debidamente en cuenta las opiniones, en función de la edad y madurez. El derecho a la participación incluye en su definición los derechos civiles como el derecho a la libertad de expresión, la libertad de asociación, la libertad de pensamiento, conciencia y religión, y el derecho a la información. La materialización de estos derechos por parte de los niños, niñas y adolescentes es una precondición para que puedan ejercer su derecho a expresar puntos de vista, ser efectivamente tomados en consideración e influenciar en los asuntos que les afectan. (UNICEF, 2022. P.5)

Un análisis que llevamos a cabo de los planes de estudio en México, desde 2011 hasta 2021, desvela una serie de deficiencias en cuanto a la promoción de la participación activa y significativa de los estudiantes en las escuelas. En este sentido, el enfoque de la materia de Formación Cívica y Ética no va más allá de situaciones didácticas abstractas y no proporciona oportunidades concretas para la participación de los estudiantes.

Las concepciones adultocéntricas incrustadas en nuestra sociedad representan un obstáculo para que las voces de las niñas y los niños sean escuchadas y se les permita participar activamente en la mejora de las condiciones y los entornos en los que se desenvuelven, y así ejercer su ciudadanía. Para comprender mejor el alcance de este concepto, exploremos un poco a qué nos referimos cuando hablamos de ciudadanía.

Como lo menciona Giraldo (2015) “En la historia de occidente se han construido, especialmente, dos concepciones de ciudadanía: la ciudadanía como “actividad” y la ciudadanía como “condición”

La ciudadanía como condición se refiere a esa posición plena de derechos y deberes que vinculan a una persona con una comunidad y que son reconocidos por el Estado-Nación al que pertenece. Por otra parte, la ciudadanía como actividad corresponde a una forma de vida, de comportamiento y convivencia en sociedad.

Diversos autores señalan una crisis en la ciudadanía liberal, pero su objetivo no es descartar o eliminar sus principios, sino resaltar las áreas de mejora para lograr su realización efectiva. Este proyecto de investigación se basará en las propuestas de Luis Villoro y Victoria Camps para promover una forma de vida ciudadana igualitaria con virtudes democráticas, trascendiendo la ciudanía liberal como actividad.

La propuesta de Luis Villoro y Victoria Camps destaca cuatro puntos clave para promover una forma de vida ciudadana igualitaria, y a partir de ellos se

derivan las siguientes categorías o dimensiones a analizar:

Espacio de convenio: Utilización sistemática del diálogo y la mediación como instrumento para resolver conflictos, rechazando cualquier tipo de violencia. (Camps, 2007)

Participación directa: Participación en el centro educativo y en actividades sociales que contribuyan a posibilitar una sociedad justa y solidaria. (Camps, 2007)

Cooperación: Cuidado de las personas dependientes. Ayuda a compañeros o personas y colectivos en situación desfavorecida. (Villoro, 1997)

Autonomía: Asociación política con el objetivo de extender a todos por igual la posibilidad de obrar de manera autónoma. (Villoro, 1997)

Ante la falta de estrategias claras para la participación genuina de las niñas y los niños en el currículo escolar mexicano, proponemos la implementación del espacio asambleario como una respuesta en educación para la ciudadanía. Este planteamiento se alinea con las reflexiones de libertad efectiva/autonomías planteadas por Villoro (1997), al brindar a todos los participantes la posibilidad de obrar de manera autónoma y contribuir en la toma de decisiones colectivas.

Con base en la revisión de los antecedentes, hemos desarrollado 10 principios clave para la implementación de la asamblea escolar. Estos están diseñados para fomentar la participación auténtica de las niñas y los niños estableciendo así un espacio educativo orientado hacia la formación ciudadana, pero más importante hacia la inclusión de las y los niños a la práctica ciudadana:

1.-Relaciones horizontales: Se busca promover la participación equitativa de todos los miembros y fomentar un diálogo horizontal, donde las relaciones de jerarquía y autoridad son rechazadas. Saravia (2014).

2.-Trascendencia del ámbito educativo: se nutre de las interacciones que ocurren en el entorno inmediato, como el aula, la escuela, el hogar y la comunidad. Busca impactar directamente en la vida cotidiana de la comunidad. Unicef (2013).

3.-Metodologías flexibles: No hay una metodología específica o especializada, se pueden emplear conversaciones, dinámicas participativas o juegos. La clave está en la atención y flexibilidad. Corvera (2014).

4.-Importancia de la escucha: Se debe permitir que se expresen sin restricciones y sin imponer expectativas o deseos propios. La atención a sus voces es fundamental para crear un espacio en el cual puedan expresarse plenamente. Corvera (2014).

5.-Papel de la cooperación/ternura: Estas cualidades fortalecen la capacidad de reconocer al otro como igual, preocupándose por las consecuencias de las acciones y fomentando el deseo de participar para transformar realidades injustas. Fundación El llano - Centro de Estudios Políticos y Sociales de América Latina (CEPSAL) (2020)

6.-Elección por sorteo: La elección de representantes en la asamblea escolar se realiza mediante sorteo. Esto desafía la noción de que los cargos deben ser ganados por méritos individuales y brinda igual oportunidad a todos los estudiantes de asumir roles de responsabilidad. Tonucci (2019).

7.-Límites claros a la participación de los adultos: Se establecen límites claros a la participación de los adultos para garantizar que sea un espacio autónomo de los niños y niñas, donde puedan expresarse libremente sin influencia directa de los adultos. Corvera (2014).

8.-Carácter vinculante: No es solo un órgano consultivo, sino que tiene un carácter vinculante. Las decisiones tomadas en la asamblea impactan directamente en la vida cotidiana de la comunidad escolar, y se busca un compromiso real con las decisiones colectivas. (Moret, 2017, como se citó en Universitat de Barcelona, 2019).

9.-Deliberación y reflexión crítica: Se fomenta un proceso de deliberación profunda, donde se analizan en detalle los hechos y propuestas en discusión. Se busca considerar las opiniones y perspectivas de cada miembro de la comunidad. Cruz (2010)

10.-Toma de acuerdos consensuados: Se promueve la toma de acuerdos consensuados, priorizando la búsqueda de acuerdos entre los participantes, asegurando que las decisiones reflejen la voluntad colectiva de la comunidad escolar, evitando que las decisiones se tomen por mayoría de votos. Cruz (2010).

Estos principios permitirán en los estudiantes participen de un espacio político-pedagógico en el que sean tomados genuinamente en consideración y se actúe en consecuencia.

Partiendo de las ideas anteriores, nos planteamos los siguientes objetivos:

- Analizar la influencia de la implementación de la asamblea escolar en la promoción de la participación política de las y los adolescentes en el contexto escolar mexicano.
- Evaluar los factores de la institución educativa que facilitaron u obstaculizaron la participación genuina de las y los estudiantes en la asamblea escolar de una secundaria en México.

Metodología

Este proyecto adoptó un enfoque cualitativo de naturaleza descriptiva.

Población de estudio: Estudiantes de secundaria de segundo grado de una secundaria pública en Querétaro, en una colonia que se fundó hace aproximadamente 60 años y desde sus inicios, ha enfrentado problemas de inseguridad pública, lo que ha generado una alta percepción de riesgo y amenaza entre sus habitantes.

Tamaño y tipo de muestra: Treinta y ocho adolescentes de un grupo de segundo grado. La muestra fue por conveniencia pues la entrada a la institución fue a partir de un contacto personal y la asignación del grupo fue directamente por parte del director del plantel.

Técnicas e instrumentos: Registro de observación no participante/ Análisis de documentos/ Grupo focal.

Procedimiento:

El procedimiento de gestión y organización de la intervención en la escuela secundaria general se realizó de manera estructurada. La Dra. Azucena Ochoa, coordinó una reunión con el supervisor de zona y el director de la escuela el 9 de noviembre de 2022 para presentar la finalidad de la asamblea escolar, centrada en fomentar la participación efectiva de los estudiantes.

Durante esta reunión, se acordó trabajar con un grupo de estudiantes de 2do grado que se consideraba el más indisciplinado, con el propósito de mejorar la convivencia. También se programó la aplicación de un cuestionario inicial para los estudiantes el 9 de diciembre de 2022, lo que proporcionaría información importante para la intervención. Se consensó que la asamblea escolar daría inicio el 18 de enero de 2023, con un módulo de 50 minutos a la semana, que se mantendría hasta la conclusión del ciclo escolar en julio de 2023.

Me presenté ante las niñas y niños en calidad de estudiante de la Maestría en Educación para la Ciudadanía, perteneciente a la Universidad Autónoma de Querétaro. Durante mi presentación, les expliqué que el objetivo principal de la asamblea escolar era crear un espacio en el cual sus voces serían el centro de atención. En este contexto, los insté a compartir sus perspectivas sobre cómo podríamos mejorar su escuela.

La obtención de la información se realizó durante las sesiones de la puesta en marcha de la asamblea, se realizaron 15 sesiones semanales de 50 minutos. Se llevaron a cabo en las fechas y temáticas que presentamos a continuación.

Fecha	Actividad
16/01/2023	¿Qué es la libertad/autonomía?
23/01/2023	¿Cuáles son los límites de la libertad?
30/01/2023	Empatía y cooperación
13/02/2023	Diagnóstico de mi comunidad

20/02/2023	Diagnóstico de mi comunidad 2
6/03/2023	Imaginando acciones
13/03/2023	Imaginando acciones 2
17/04/2023	Biblioteca humana
24/04/2023	Video salud mental
8/05/2023	¿Por qué nos gusta el cine?
22/05/2023	Propuestas para atender la salud mental
29/05/2023	Pasos para la concepción de ideas creativas
12/06/2023	Carta para los maestros
26/06/2023	Entrega de contradocumentos
03/07/2023	Sesión con grupo focal de estudiantes en regularización

Resultados

- Los estudiantes valoraron la importancia del proyecto, ya que les permitió expresar sus opiniones sin temor a ser juzgados o ridiculizados.
- Algunos estudiantes inicialmente tenían dudas sobre la relevancia de sus opiniones, pero a medida que avanzaba el proyecto, adquirieron confianza en su voz y se dieron cuenta de que sus opiniones son válidas y relevantes.
- Después de la implementación de la asamblea escolar, se ha observado una asociación entre el concepto de libertad/ autonomía y el de felicidad por parte de los estudiantes. Esta conexión podría sugerir que los adolescentes están empezando a reconocer la importancia de expresarse libremente y tomar decisiones autónomas como elementos fundamentales para su bienestar y satisfacción en el entorno escolar.
- Se ha notado un cambio en las respuestas de los estudiantes con respecto al propósito de la política. Parece que han desarrollado una comprensión más práctica y concreta de la política, ya que algunos la asocian ahora a un proceso de toma de decisiones que implica considerar diversas perspectivas y alternativas para alcanzar el mejor resultado posible.
- Aunque los estudiantes notaron una mejora significativa en la disposición para escuchar sus ideas y se implementaron algunos cambios basados en sus voces, la sensación de una participación directa se vio afectada ya que las propuestas más importantes y deseadas por los estudiantes no recibieron consideración. En este contexto, la dirección rechazó propuestas que tenían el potencial de tener un impacto significativo en su experiencia escolar y que reflejaban sus necesidades e intereses.
- Se observó que, al alejarnos de las relaciones jerárquicas tradicionales, algunos estudiantes se sintieron con la libertad de faltarse al respeto e incluso llegar a agredirse físicamente.
- Las percepciones de los maestros que observaron la asamblea fueron mayoritariamente negativas. Se percibía falta de orden y pérdida de tiempo. Sin embargo, varias declaraciones de los estudiantes sugieren que muchos de ellos experimentaron mejoras en la convivencia y en su comportamiento como resultado de la asamblea.

Conclusiones

Este estudio pone de manifiesto desafíos significativos en la transformación de las dinámicas educativas hacia relaciones más democráticas y participativas. La percepción de falta de orden por parte de algunos maestros y la desconfianza hacia los estudiantes, especialmente en lo que respecta a la aceptación de sus propuestas, son obstáculos que demandan atención y solución.

También es importante destacar que los estudiantes están acostumbrados a corregir sus faltas de respeto y comportamiento violento a través de medidas disciplinarias tradicionales. También la aparente pérdida de manejo de grupo puede llevarnos a pensar en volver a las prácticas disciplinarias y autoritarias. Sin embargo, es necesario recordar que el cambio

hacia relaciones más horizontales y respetuosas necesita tiempo. A medida que normalizamos y fomentamos la autorregulación y la resolución pacífica de conflictos, podríamos avanzar gradualmente hacia un entorno escolar más amable y colaborativo.

Permitir que los estudiantes tengan la libertad de expresarse, escuchar sus voces genuinamente, fomentar el diálogo entre ellos y darles la responsabilidad de tomar decisiones y riesgos es esencial para que comprendan y practiquen la democracia de manera efectiva. Esta no es una lección que se pueda aprender mediante abstracciones teóricas, sino a través de la experiencia directa y la participación activa.

Referencias

Aprendemos Juntos 2030. (2019, octubre 22). Versión Completa. Francesco Tonucci: La asamblea de los niños [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=X4tvpXKfKRg

Camps, V. (2007). Educar para la ciudadanía. Colección Foro educación

Corona, Y. y Morfín, M. (2001). Diálogo de saberes sobre participación infantil. En L. Gaitán y M. T. Quezada (Eds.), La participación infantil: una mirada desde la investigación y la intervención. Universidad Autónoma Metropolitana.

Corvera, N. (2014). Niñas y Niños de Rosario y Montevideo: la voz de una nueva ciudadanía. EURE. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales, 40(119), 193–216. https://doi.org/10.4067/s0250-71612014000100009

Cruz, M. (2010). La Asamblea Escolar en la Escuela Primaria: Educar en la Democracia y la Formación Ciudadana. Tesina, en la modalidad de Recuperación de la Experiencia Profesional, presentada para obtener el título de Licenciado en Educación. Universidad Pedagógica Nacional

FCE Programas de Estudio 2011. Guía para el maestro. Calameo.com. Recuperado el 21 de mayo de 2023, de https://www.calameo.com/books/0015513992a009f01691b

Fundación El llano - Centro de Estudios Políticos y Sociales de América Latina (CEPSAL). (2020). Movimientos sociales y participación política de niñas y niños. Una aproximación a la experiencia pedagógico-política de La Miguelito Pepe. Crítica y Resistencias. Revista de conflictos sociales latinoamericanos, (10), 22-38. http://criticayresistencias.com.ar

Gaitan, L. (2010). Sociedad, infancia y adolescencia, ¿de quién es la dificultad? Pedagogía social. Revista Interuniversitaria.

Gaitán, M. (1999). La participación de niños y adolescentes en el contexto de la Convención Sobre los Derechos del Niño: visiones y perspectivas. Actas del Seminario, Bogotà 7-8 de diciembre 1998, Innocenti Publications, International Child Development Centre, Florence.

Giraldo, Z. (2015). Ciudadanía: aprendizaje de una forma de vida. Educación y Educadores, 18(1), 76–92. https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.5

Magistris, G. (2022).Violencia adultista en la coyuntura pandémica en América Latina: Niñeces invisibilizadas, niñeces vulneradas. INTERSEÇÕES

Saravia, R. (2014). Interrogantes, desafíos y avances del modelo asambleario: las prácticas políticas de dos experiencias de cooperativa agroecológicas. Sistema: Revista de Ciencias Sociales, (235), 99-112. Recuperado el 4 de julio de 2023, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4745180

Secretaría de Educación Pública. (2017). Aprendizajes clave para la educación integral, plan y programas de estudio para la educación básica. México. https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf

Secretaría de Educación Pública. (2022). Avance del contenido del Programa sintético de la Fase 6. [Material en proceso de construcción].

UNICEF (2013). Manual de Asambleas Escolares. Oaxaca, Oaxaca, México: Areagrafik Editores. ///C:/Users/josh/Downloads/dokumen.tips_el-manual-de-asambleas-escolares-pdf.pdf

UNICEF. (2022). Módulo 4: Derecho a la participación. Recuperado el 21 de mayo de 2023, de https://www.unicef.org/chile/media/7031/file/Mod%204%20derecho%20participacion.pdf

Universitat de Barcelona. (2019). Francesco Tonucci: la voz de los niños fortalece la democracia. Actualitat Universitària, 1(1), 1-2. Recuperado el 4 de julio de 2023, de https://web.ub.edu/es/web/actualitat/w/francesco-tonucci-childrens-voice-strengthens-democracy

Villoro, L. (1997). El poder y el valor. Fondo de Cultura Económica.

PLEs mediadores en el aprendizaje de la competencia investigativa

Cristhian Elizabeth Fuentes Rodríguez[1]
Profesora de tiempo completo adscrita a la Escuela de Bachilleres, UAQ.
Correo electrónico: cristhian.elizabeth.fuentes@uaq.mx
Magda Concepción Morales Barrera[2]
Docente investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica
Correo electrónico: mmorales@ciidet.edu.mx

Resumen

El proyecto Tuning para América Latina, el Modelo Educativo Universitario de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y el plan de estudios D2017 de la licenciatura en Derecho de la UAQ, resaltan la importancia de promover la competencia investigativa (CI). A pesar de los esfuerzos para fomentar la investigación por medio de la docencia basada en la investigación, en la Licenciatura en Derecho campus Jalpan el número de estudiantes que se gradúan mediante tesis es nulo. El objetivo de este trabajo fue diseñar, implementar y evaluar un proyecto de intervención para promover el desarrollo de la CI en estudiantes de derecho mediante la configuración de sus Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs), incorporando herramientas y aplicaciones digitales. Se utilizó la Investigación-Acción para intervenir un grupo de nueve estudiantes de cuarto semestre. Se utilizaron como técnicas e instrumentos de recolección de información el análisis de documentos, cuaderno de notas, cuestionarios, entrevistas y narrativas digitales. Los participantes desarrollaron tres de las cinco dimensiones en las que se desagregó la CI: epistemológica, metodológica y lingüística. Es preciso seguir fortaleciendo las dimensiones cognitiva y comunicativa. Los estudiantes reconfiguraron sus PLEs según sus necesidades, favoreciendo aprendizajes formales e informales. Se concluye que los PLEs potencian el desarrollo de la CI, pero su reconfiguración exige la toma de decisiones consciente por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Entornos personales de aprendizaje, competencia investigativa, Proyecto Tuning.

Key words: Personal learning environments, research competence, Tuning Project.

Introducción

En América Latina, el Proyecto Tuning delimitó el meta-perfil de competencias indispensables para los egresados de la licenciatura en derecho; enfatizando la importancia de la investigación (Musse et al., 2014). Con el paso de los años, las facultades de derecho, incluida la de la UAQ, incorporaron la investigación en sus planes de estudio. De ahí que el Plan de Gran Visión UAQ 2015-2045, al igual que el Plan de Desarrollo Integral de la Facultad de Derecho 2015-2018, señalan en el

[1] Autor y sustentante de tesis Configuración de entornos personales de aprendizaje para el desarrollo de la competencia investigativa en estudiantes de derecho

[2] Directora de tesis

quinto objetivo estratégico “Lograr la excelencia en investigación” (Universidad Autónoma de Querétaro, 2015). Sin embargo, de acuerdo con información proporcionada por el Consejo de Titulaciones de la Facultad de Derecho (2022) en el periodo 2017-2022 ningún estudiante se ha titulado por medio de tesis o por alguna otra forma de titulación que exija el desarrollo de un trabajo de investigación.

Ante ese panorama, es necesario adentrar a los estudiantes al campo de la investigación y fomentar el desarrollo de la CI (Fuentes, 2022). Sobre todo, porque el perfil de egreso de la licenciatura en derecho refiere que los egresados deben haber perfeccionado la habilidad de identificar e investigar problemáticas sociales y, a partir de su comprensión, plantear soluciones jurídicas apropiadas (UAQ, 2017). Por lo tanto, se plantea como objetivo general de investigación diseñar, implementar y evaluar un proyecto de intervención para promover el desarrollo de la competencia investigativa en estudiantes de derecho mediante la configuración de entornos personales de aprendizaje que incorporen herramientas y aplicaciones digitales.

Metodología

La intervención educativa se apoyó de la Investigación-Acción (I-A), con la finalidad de estudiar una acción y situación educativa susceptible de cambio, que representaba a su vez un problema práctico, al que se enfrentaba una profesora sobre una disciplina del saber (Elliott, 2010). Se buscó generar cambios y transformaciones de la realidad educativa, favoreciendo un proceso reflexivo y dialéctico entre profesora y estudiantes.

En este estudio, se utilizaron diversas técnicas e instrumentos para llevar a cabo la intervención y la evaluación. Estos incluyeron el análisis de documentos, cuestionarios en línea, narrativas digitales, cuaderno de notas y entrevistas en profundidad.

La población participante consistió en nueve estudiantes de cuarto semestre de la licenciatura en derecho, quienes accedieron voluntariamente a participar en el estudio. El análisis de datos se realizó de manera artesanal, combinando información de rúbricas, narrativas, y entrevistas para proporcionar una visión completa de la experiencia de los estudiantes.

Resultados

Los resultados se organizaron tomando en consideración las dos categorías de estudio: Competencia investigativa y Entorno Personal de Aprendizaje. A su vez, la categoría CI se desagregó en cinco aspectos o dimensiones: epistemológico, cognitivo, comunicativo, lingüístico y metodológica. La categoría PLE incorporó tres subcategorías: herramientas utilizadas por los estudiantes, fuentes de información a las que recurren y conexiones-relaciones establecidas por los estudiantes.

A continuación, se exponen los principales resultados.

Aspecto Epistemológico

De la evaluación de los proyectos de investigación de los estudiantes se desprenden avances en ocho de los nueve participantes. Los indicadores evaluados fueron el desarrollo del planteamiento del problema y la justificación de la investigación. Los estudiantes debían ser capaces de

identificar y contextualizar una situación problemática en el ámbito jurídico, planteando un problema viable y con solidez epistemológica. Sin embargo, las observaciones que los evaluadores realizaron a quien no logró consolidar dicha dimensión estuvieron relacionadas con la necesidad de cerrar el apartado con la pregunta de investigación, fundamentar la problemática y precisar de manera concreta la importancia de sus investigaciones. Los evaluadores destacaron los avances de las estudiantes P2F y P7F, quienes lograron consolidar ambos indicadores.

Aunque, la evaluación de los proyectos de investigación reveló un avance en la mayoría de los estudiantes en lo que respecta al aspecto epistemológico; se requiere apoyo para que éstos puedan precisar con mayor claridad lo que pretenden investigar y construir preguntas coherentes con sus objetivos y supuestos.

Aspecto metodológico

En el aspecto metodológico se consideraron cinco indicadores: desarrollo del estado del arte, congruencia entre los elementos de la investigación, selección de la metodología, apego a principios éticos y citación según el formato de la facultad.

Los evaluadores resaltaron que los estudiantes debían relacionar los antecedentes con el contexto de la investigación, así como incorporar al estado del arte investigaciones recientes. La congruencia entre los elementos de la investigación, como el título, la pregunta y los objetivos, fue otro punto de mejora para los estudiantes. Destacaron el trabajo de las participantes P2F y P7F, quienes cumplieron satisfactoriamente con el indicador de "Congruencia entre los elementos de la investigación". En la selección de la metodología, P7F recibió pocas observaciones, mientras que el resto de los estudiantes presentó deficiencias, como falta de coherencia entre el título, la pregunta y los objetivos, además de imprecisiones en los supuestos de investigación. En cuanto al apego a principios éticos, dos estudiantes no incluyeron el apartado correspondiente El último indicador, la citación según el formato de la facultad, se logró solo por dos estudiantes.

La participante P7F logró consolidar todos los indicadores del aspecto metodológico, mientras que el participante P3F mostró el menor avance en este aspecto. Los estudiantes P4F y P9F avanzaron en tres de los indicadores, y el resto presentó un avance o desarrollo adecuado en esta área.

Aspecto lingüístico

Por cuanto ve a este aspecto, los participantes debían incorporar léxico científico en sus producciones científicas y discurso oral. Se utilizaron rúbricas para evaluar textos escritos y presentaciones orales. La participante P7F mostró un progreso constante en el desarrollo de estos indicadores, mientras que las participantes P3F y P4F no incorporaron términos científicos adecuadamente en sus textos escritos, pero lo hicieron en sus exposiciones orales. El resto de los participantes tendió a consolidar al menos uno de los indicadores.

Las entrevistas con los participantes revelaron que, aunque no pueden utilizar términos

científicos con todas las personas en su entorno, tienen una comprensión de los mismos y pueden hacer uso de ellos en contextos apropiados. Reconocieron la importancia de difundir el conocimiento y la necesidad de contar con un léxico disciplinario en el campo de la investigación jurídica. Sin embargo, también destacaron la importancia de adaptar el lenguaje para llegar a un público más amplio, lo que es esencial en la divulgación científica.

Las narrativas digitales elaboradas por los participantes les permitieron reflexionar sobre el uso de la terminología científica y autoevaluar sus aprendizajes relacionados con el lenguaje científico. Este aspecto de la competencia mostró un progreso en la incorporación de léxico científico en las producciones y discursos de los participantes, lo que les permitió comunicar de manera más efectiva los conceptos asociados a la investigación científica.

Aspecto comunicativo

El aspecto comunicativo se evaluó mediante dos indicadores: la participación y publicación de avances en foros, así como compartir los resultados de la investigación de forma oral y escrita. En el plano cualitativo, se esperaba que los participantes compartieran de manera efectiva los aspectos esenciales de su investigación, participaran en redes de aprendizaje relacionadas con la investigación y buscaran apoyo de otros.

Todos los participantes compartieron sus avances en foros del curso en Moodle y consultaron dudas en grupos de Facebook sobre investigación. Sin embargo, no compartieron sus avances fuera del entorno escolar y no participaron en exposiciones orales de sus avances.

La calificación obtenida al compartir los resultados del trabajo de investigación en la modalidad escrita fue mayor en comparación con la exposición oral. Aunque solo una de las participantes obtuvo una calificación menor al 60% en su presentación oral, los evaluadores sugirieron a los participantes ser más descriptivos, evitar la subjetividad y mostrar mayor seguridad. La falta de experiencia en este tipo de dinámicas generó nerviosismo.

Cinco meses después, al efectuarse la entrevista, los estudiantes expresaron que exponer su trabajo de investigación a otros profesores-investigadores fue una experiencia valiosa. Esto debido a que, pese al nerviosismo, tuvieron la oportunidad de autoevaluar sus habilidades de presentación y comunicación, como sintetizar sus trabajos, expresar sus ideas con claridad y utilizar ayudas visuales.

A pesar de la intervención, los estudiantes enfrentaron dificultades para desarrollar el aspecto lingüístico y comunicativo. Algunos manifestaron problemas para expresar sus resultados de manera efectiva y sintética. Esto sugiere la importancia de fomentar la capacidad de autoevaluación y coevaluación en los estudiantes, así como brindarles apoyo para desarrollar sus habilidades de comunicación y presentación.

Aspecto cognitivo

El aspecto cognitivo se evaluó a través de tres indicadores: fuentes de información consultadas, iniciativa y capacidad para investigar problemas, y soluciones planteadas por el estudiante. Para consolidar este

aspecto, los participantes debían buscar nuevos conocimientos, profundizar en temas relacionados con su investigación y proponer soluciones a problemáticas específicas.
La elección de las fuentes de información y los medios utilizados para acceder a ellas se vio influenciada por las preferencias personales de los estudiantes. Algunos expresaron su aversión a la lectura, mientras que otros preferían los libros. Algunos mencionaron problemas visuales que afectaron su elección de medios. Sin embargo, se observó un avance significativo en el hecho de que ahora utilizaban diversos buscadores especializados para acceder a información relevante.

Herramientas utilizadas por los participantes
Los participantes en el estudio utilizaron una amplia gama de herramientas y aplicaciones digitales en su entorno de aprendizaje personal (PLE), incorporándolas en diversas etapas de su proceso de aprendizaje. Durante el día, mientras navegaban en redes sociales como Facebook, buscaban y tomaban notas sobre información relacionada con sus áreas de interés. Cuando no tenían tiempo para leer, enviaban la información relevante a grupos de WhatsApp creados específicamente para resolver dudas y colaborar con sus compañeros. Durante las clases en línea, tomaron apuntes en sus cuadernos y grabaron audios para repasar más tarde.

Un aspecto que debe destacarse es la capacidad de los estudiantes para elegir las herramientas que mejor se adaptaran a sus necesidades y preferencias. En ese sentido, buscaron herramientas que fueran fáciles de usar, tuvieran versiones gratuitas, permitieran el uso sin conexión a Internet y mejoraran la presentación visual de sus trabajos.

Los participantes aprendieron a utilizar estas herramientas de manera autónoma, buscando tutoriales en línea y practicando por sí mismos. También buscaron ayuda de amigos y docentes cuando tenían dificultades.
En una entrevista realizada cinco meses después de la intervención educativa, se observó que los participantes seguían utilizando estas herramientas en sus estudios, aunque no necesariamente para la investigación. Las aplicaban en diversas actividades de sus cursos y, en algunos casos, en su vida cotidiana, como ayudar a sus hijos con tareas o generar contenido para sus trabajos.
Las herramientas y aplicaciones digitales se habían convertido en una parte integral de su entorno de aprendizaje, lo que demostró la efectividad de la intervención en la mejora de sus habilidades digitales y su capacidad para utilizar estas herramientas de manera efectiva.

Fuentes de información a las que recurrieron los participantes
Los participantes del estudio utilizaron una variedad de fuentes de información tanto digitales como físicas para apoyar su proceso de investigación. Aunque continuaron empleando libros y enciclopedias como fuentes bibliográficas, se inclinaron hacia las fuentes digitales debido a su facilidad de acceso. La transición hacia fuentes digitales como bibliotecas especializadas, revistas electrónicas, repositorios de tesis y grupos de Facebook les permitió obtener información de manera más conveniente y en formatos como archivos PDF, que podían leer en el momento que consideraban más apropiado.

Antes de la intervención, los estudiantes solían escribir temas o frases en Google para buscar información. Durante y después del curso, comenzaron a utilizar bases de datos académicas como Scielo, Redalyc y Google Académico. Aprendieron a emplear palabras clave para refinar sus búsquedas, seleccionaron páginas web con dominios confiables y utilizaron operadores para mejorar su búsqueda. También se centraron en investigaciones recientes y evaluaron la confiabilidad de las fuentes consultadas.

En la entrevista, se les pidió a los estudiantes que realizaran búsquedas en Internet para buscar antecedentes sobre un tema en particular, y se les proporcionó una computadora para hacerlo. Durante esta actividad, se evidenció que, cinco meses después del curso, los participantes aún recordaban y aplicaban los criterios de búsqueda y selección de información aprendidos en el curso. Aunque reconocieron avances en sus habilidades de búsqueda de información, algunos todavía se sentían inseguros acerca de su capacidad para realizar búsquedas precisas.

Conexiones-relaciones establecidas por los participantes

La intervención educativa tenía como objetivo fortalecer las redes personales de aprendizaje de los participantes, y se logró empleando herramientas digitales. Los estudiantes narraron cómo interactuaron en grupos de investigación en Facebook, donde se sorprendieron por la disposición de otros investigadores para compartir conocimientos y recursos. Además, utilizaron WhatsApp para mantener conexiones con sus compañeros y crear grupos donde compartían materiales y discutían avances en sus investigaciones.

Sin embargo, a pesar de la adopción de herramientas digitales, la mayoría de los participantes seguía priorizando el contacto presencial. Buscaron a profesores y amigos para obtener orientación y consejos sobre sus investigaciones. Estos contactos, incluso aquellos en áreas no relacionadas con el derecho, les proporcionaron apoyo valioso.

Es relevante destacar que, aunque se fomentó la ampliación de la red de aprendizaje, una de las participantes no sintió la necesidad de buscar contactos adicionales. Se sintió satisfecha con las observaciones y sugerencias de su profesora, lo que le permitió avanzar en su investigación.

Discusión y conclusiones

La investigación logró flexibilizar los procesos educativos a través de la implementación de herramientas y aplicaciones digitales para fomentar el desarrollo de la competencia investigativa en estudiantes de derecho. La reconfiguración de sus Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) se exploró como un medio para mejorar la calidad de sus investigaciones.

Los estudiantes experimentaron avances significativos en varios aspectos de la competencia investigativa al adaptar sus PLE para incorporar herramientas digitales. Aumentaron el número de fuentes de información al acceder a libros y revistas digitales, repositorios y bases de datos. Aprendieron a utilizar criterios de selección de información, como el año de publicación y el

uso de palabras clave, y a evaluar la confiabilidad de las fuentes, habilidad indispensable en la investigación (Cázarez, 2017).

Las herramientas digitales también facilitaron el almacenamiento, organización y compartición de información entre los estudiantes. Utilizaron aplicaciones de comunicación, como WhatsApp y redes sociales, para colaborar con compañeros y recibir retroalimentación. La reconfiguración de sus PLE les permitió expandir su red personal de aprendizaje y conectarse con otras personas interesadas en investigación.

Los estudiantes valoraron la adaptación de sus PLE a sus necesidades y preferencias, eligiendo herramientas que consideraban efectivas y accesibles (Adell & Castañeda, 2010, 2013). La flexibilidad en la elección de herramientas digitales les permitió aprender de manera más personalizada y eficaz. A pesar de los avances, no todos los estudiantes lograron consolidar completamente los cinco aspectos de la competencia investigativa. Se identificaron mayores avances en los aspectos metodológico, lingüístico y comunicativo. La atención a un grupo numeroso de estudiantes y la revisión de múltiples trabajos de investigación representaron un desafío para la docente investigadora.

La experiencia más significativa para los estudiantes fue el trabajo de campo, que les permitió comprender la importancia de la ética y la responsabilidad social en la investigación (González, 2017). Debe concluirse que, si bien se advirtió el potencial de los PLE para fomentar la competencia investigativa y promover un pensamiento crítico y autónomo en los estudiantes, es preciso que éstos participen activa y conscientemente en la reconfiguración de los PLEs.

Se sugiere que investigaciones futuras desagreguen la competencia investigativa en indicadores observables para orientar procesos de evaluación y futuras intervenciones en distintas disciplinas.

Referencias bibliográficas

Adell, J., & Castañeda, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. In Roig Vila, R. & Fiorucci, M. (Eds.) Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Stumenti di ricerca per l'innovaziones e la qua. Alcoy: Marfil – Roma TRE Universita degli studi.

Adell, J., & Castañeda, L. (2013). El ecosistema pedagógico de los PLEs. In En L. Castañeda y J. Adell (Eds.). Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red (pp. 29–51). Marfil.

Cázares, C. (2017). Inclusión de las TIC y la enseñanza en la investigación jurídica en el posgrado en derecho a nivel especialidad de la UNAM. Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica Del Derecho, 4(1), 254–297. https://pedagogiaderecho.uchile.cl/index.php/RPUD/article/view/46256/51427

Consejo de Titulaciones, Facultad de Derecho. (12 de septiembre de 2022). Información. [Correo electrónico].

Elliott, J. (2010). La investigación-acción en educación (6a ed.). Morata.

Fuentes, C. E. (2022). Diagnóstico educativo sobre desarrollo de la competencia investigativa en estudiantes de derecho. Revista De La Facultad De Derecho De México, 72(282), 293–310. https://doi.org/10.22201/fder.24488933e.2022.282.77946

González, Y. (2017). ¿Cómo evaluar la competencia investigativa desde la responsabilidad social universitaria? Revista Cubana Educación Superior, 2, 4–13. http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v36n2/rces01217.pdf

Musse, L. P., Barbé, C. E., Barranco, G., Coloma, R., Delmas, G. M., Víctor, E., Morales, J., Pereira, A., Rivas, J. A., Romano, E., & Ventura, J. S. (2014). Meta-perfil del área de Derecho. In Universidad de Deusto (Ed.), *Tuning América Latina. Meta-perfiles y perfiles. Una nueva aproximación para las titulaciones en América Latina* (pp. 65–78).

Universidad Autónoma de Querétaro. (2015). Plan de Gran Visión.

UAQ. (2017). *Perfil de egreso - Facultad de Derecho UAQ*. https://derecho.uaq.mx/index.php/oferta-academica/licenciatura-en-derecho/perfil-de-egreso-ld

Voluntad anticipada. Un proyecto de vida para el final de ella

Autora: Quintanar Quintanar María Guadalupe[1]

Asesor: Ruiz Canizales Raúl[2]

[1] Licenciada en Derecho por la Universidad Autónoma de Querétaro. Actualmente becaria CONAHCYT en el programa de la Maestría en Ciencias Jurídicas, que oferta la misma universidad. Correo electrónico: mquintanar23@alumnos.uaq.mx

[2] Doctor en Derecho. Docente Investigador y Profesor de Tiempo Completo (PTC) adscrito a la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Querétaro. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel II). Correo electrónico: raul.canizales@uaq.mx



Resumen

Actualmente la tecnología ha aumentado su influencia en la medicina, pues ha contribuido a preservar vidas a través del descubrimiento y mejora de tratamientos para el control y la cura de ciertos padecimientos, sin embargo, también ha ayudado a que vidas que cuentan con un pronóstico de irrecuperabilidad se prolonguen por tiempo indefinido, sin importar a qué costo.

Esto demanda una respuesta por parte del derecho en relación a su deber de regular y proteger intereses individuales en torno a programar nuestro proceso de muerte.

Bajo ese tenor, resulta imperioso proponer, a la luz del derecho humano al libre desarrollo de la personalidad (DHLDP), la tendencia que debe adoptar el derecho en materia de voluntad anticipada (VA), tomando en cuenta la pluralidad social y la salvaguarda de la esfera personal.

Para ello se utilizan los métodos de análisis-síntesis y de comparación jurídica en su vertiente externa.

Ahora bien, debido a que cuando una persona manifiesta VA, lo que hace es, trazar un proyecto de vida para el final de ella, asumiendo las consecuencias que sus decisiones puedan ocasionarle a su cuerpo, su salud y su vida; aunado a que de su otorgamiento no se sigue daño a terceros ni al orden público, la intervención por parte del derecho se debe limitar al diseño de instituciones que faciliten la persecución de dichos proyectos, así como el evitar la intervención mutua en el curso de tal persecución.

Abstract

Currently, technology has increased its influence in medicine, as it has contributed to preserve lives through the discovery and improvement of treatments for the control and cure of certain diseases, however, it has also helped to prolong lives that have a prognosis of irrecoverability indefinitely, no matter at what cost.

This demands a response from the law in relation to its duty to regulate and protect individual interests regarding the programming of our dying process.

In this sense, it is imperative to propose, in the light of the human right to free development of the personality (DHLDP), the trend that the law should adopt in the area of advance directives (VA), taking into account social plurality and the safeguarding of the personal sphere.

For this purpose, the methods of analysis-synthesis and legal comparison are used in their external aspect.

Now, because when a person expresses VA, what he/she does is to outline a life plan for the end of his/her life, assuming the consequences that his/her decisions may have on his/her body, health and life; and because no harm to third parties or public order may result from the granting of such a plan, the intervention of the law should be limited to the design of institutions that facilitate the pursuit of such plans, as well as to avoid mutual intervention in the course of such pursuit.

Palabras clave

Voluntad anticipada, Autonomía de la voluntad, Derecho humano al libre desarrollo de la personalidad, Proyecto de vida, Esfera personal, Sociedades plurales, Estado liberal, Proceso de muerte.

Key words

Advance directive, Autonomy of the will, Human right to the free development of the personality, Life Project, Personal sphere, Plural societies, Liberal State, Death process.

Introducción

La VA es una figura jurídica de origen norteamericano, caracterizada por tener tintes médicos, éticos y jurídicos; la cual fue ideada con el propósito de proveer al individuo de un medio para decidir acerca del(los) tratamiento(s) que deseaba recibir en caso de ser diagnosticado en estado vegetativo, sin posibilidades de recuperación o de mejoría (Kutner, 1969).

A la fecha se han realizado diversos estudios en torno a la VA, no obstante, la mayoría de ellos se han enfocado en la supuesta superación del paternalismo médico en el campo de la medicina y de la bioética, sin ocuparse a profundidad de los deberes que ella le supone al derecho.

El objetivo general que sirve de guía a la investigación cuyos avances aquí se comparten, es el proponer, a la luz del DHLDP, la tendencia que debe adoptar el derecho en materia de VA, tomando en cuenta la pluralidad social y la salvaguarda de la esfera personal.

Con el propósito de llegar a tal cometido, se pretende alcanzar los siguientes objetivos específicos:

i. Analizar en sus elementos constitutivos el DHLDP, como aquel que atiende a las sociedades plurales, para obtener una comprensión general del mismo.

ii. Examinar la figura de la VA y sus principales componentes, como respuesta a los dilemas que se presentan al final de la vida.

iii. Plantear el margen de acción del derecho, desde la óptica del Estado liberal, en lo relativo a programar nuestro proceso de muerte, como parte integrante de la esfera privada del individuo.

iv. Realizar un estudio comparativo respecto al trato que recibe actualmente la VA, en ordenamientos jurídicos de otras latitudes, que contribuyan a descubrir tendencias, así como a revelar modelos exitosos.

Metodología

Este estudio sigue un enfoque cualitativo y hace uso de los métodos de análisis-síntesis y de comparación jurídica en su vertiente externa.

A la luz del primero de ellos, se descomponen respectivamente el DHLDP y la VA en sus elementos, con el fin de analizarlos por separado, para después recomponerlos obteniendo una comprensión general de ellos, que permita corroborar si la posibilidad de programar nuestro proceso de muerte, puede o no quedar comprendida dentro del DHLDP.

Así mismo, por conducto del método comparativo en su vertiente externa, se estudia la recepción y aplicación de la VA que ha tenido lugar en otras latitudes, con el propósito de identificar elementos que favorecen la protección de la esfera personal de las personas y de la autonomía de su voluntad.

Así mismo, implementa técnicas de identificación de fuentes documentales, como lo son fichas bibliográficas, hemerográficas, electrónicas y jurisprudenciales; toda vez que, los datos utilizados para alcanzar los objetivos antes señalados, son extraídos de libros, artículos de investigación, revistas impresas, sitios de internet, así como de la interpretación y de los criterios adoptados por el poder judicial.

Resultados

El derecho pretende dar solución a los problemas de la pluralidad a través del DHLDP, pues es a partir de éste que, reconoce la diferenciación de las personas que integran una sociedad liberal y se ocupa de la tutela de diversas aristas que integran la vida privada de los individuos.

El DHLDP, contribuye a distinguir aquellas decisiones y conductas que, en ejercicio de la autonomía de la voluntad, son aceptables, de las que no lo son, atendiendo la protección de los derechos de terceros y del orden público.
El DHLDP, protege la posibilidad de trazar y materializar proyectos de vida, en consonancia con los valores, deseos, preferencias y convicciones de los individuos.

Cuando una persona manifiesta disposiciones previas, relativas a los tratamientos que, desea o no recibir, en caso de padecer una enfermedad en etapa terminal, lo que hace es, trazar un proyecto de vida hasta el final de ella, asumiendo las consecuencias que sus decisiones puedan ocasionarle a su cuerpo, su salud y su vida.

La desaprobación de otros, no significa necesariamente que se les esté causando algún daño, simplemente que sus convicciones, deseos, valores y principios son distintos.
Al no causarle daño a terceros ni colisionar el orden público derivado del otorgamiento de VA, no se justifica que el derecho intervenga o se abstenga de hacerlo, con el propósito de restringir o prohibir su ejercicio.

Discusión y conclusiones

Las VA son declaraciones a través de las cuales una persona expresa los tratamientos que desea o no desea recibir, en caso de padecer una enfermedad en etapa terminal, con el propósito de que sirvan de directriz en las decisiones médicas cuando ella esté imposibilitada para expresarlo de manera clara y precisa (Siurana, Juan Carlos, 2005. p. 12)

Es posible hablar de dicha figura, debido a la introducción de la autonomía de la voluntad como principio rector de las relaciones clínicas, pues anteriormente se caracterizaban por seguir una dinámica vertical en la que el poder de decisión recaía exclusivamente en el personal médico, promoviendo así el paternalismo que imperó durante tanto tiempo (Ferreira *et. al.*, 2021) —y que continúa presente, aunque de manera mermada—.

No obstante, es menester mencionar que, en ocasiones intervienen otros sujetos en la toma de decisiones médicas de manera supletoria, como lo son los familiares e inclusive los jueces, en aquellos supuestos que implican la pérdida de la capacidad del paciente.

Es en estos casos en los que la VA pretende la prevalencia de los deseos, las nociones y las preferencias del paciente de manera que, en consonancia con ellos, se decida qué medidas implementar para su tratamiento, a qué procedimientos someterlo y a qué equipo de soporte vital conectarlo.

Debido a lo antes expuesto se sostiene que, la VA potencialmente puede ser considerada una expresión más de la libertad que encuentra protección en el DHLDP; bajo el argumento del carácter residual que le ha sido reconocido por la Suprema Corte de Justicia de la Nación al interior del sistema jurídico mexicano.

Toca recordar que, es debido a esta sede jurisdiccional que el citado derecho ha podido emerger (Villarreal *et. al.*,2020) e incrementar su egida en los últimos tiempos, pues han sido sus operadores jurídicos quienes a partir de sus resoluciones se han ocupado de precisar su definición, sus límites y sus alcances.

Fue en el Amparo Directo 6/2008 en el que dicha instancia se pronunció por primera vez al respecto, definiéndolo como

> (…) la consecución del proyecto de vida que para sí tiene el ser humano, como ente autónomo (…) tal derecho es el reconocimiento del Estado sobre la facultad natural de toda persona a ser individualmente como quiere ser, sin coacción, ni controles injustificados o impedimentos por parte de los demás, con el fin de cumplir las metas u objetivos que se ha fijado, es decir, es la persona humana quien decide el sentido de su propia existencia, de acuerdo a sus valores, ideas, expectativas, gustos, etcétera y que, por supuesto, como todo derecho, no es absoluto, pues encuentra sus límites en los derechos de los demás y en el orden público. (Primera sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2009, p. 86. párr. 1)

De esta aproximación podemos extraer que, el DHLDP reconoce en favor de los individuos la facultad de deliberar y reflexionar sus decisiones y/o conductas, así como la relativa a llevarlas a cabo, siempre que sean autorreferentes y que su ejercicio no ocasione daño a terceros, pues de lo contrario es posible que, pese a resultarles vitales para la consecución de sus proyectos de vida respectivamente, no puedan efectuarlas por una protección a los derechos de otros. Esto debido a que los derechos de libertad deben ser entendidos como derechos *prima facie* (Alexy, 2014, 30-33)

Adicionalmente y debido a la esfera que pretende tutelar el DHLDP, debe tenerse presente que es un derecho altamente indeterminado pues resulta imposible que, en su definición se precisen aristas especificas donde este derecho encuentra su expresión, toda vez que, lo que podrían parecer cuestiones banales, e inclusive, irrelevantes para unos, para otros es posible que, constituyan el eje rector o influyan decisivamente en su proyecto de vida.

Empero, si se pretendiera configurar un listado que comprenda todas las aristas del DHLDP, implicaría que el Estado asumiera una tendencia perfeccionista al momento de imponer estándares de vida buena, a los que debieran ceñirse todos los

individuos; conducta que no es admisible en un Estado liberal, que tiene entre sus premisas el reconocimiento a la singularidad e independencia humana (Batista, 2022)

Bajo esta línea, es posible que haya quienes consideren de suma importancia para la consecución de sus proyectos de vida, el tener la libertad de elegir, de manera autónoma, las condiciones en que, desean ocurra la conclusión de su vida, a pesar de que otros estimen dichas elecciones como insignificantes o inclusive, que las rechacen por completo.

Ahora bien, la VA, al igual que la eutanasia, cuenta con un número importante de detractores, quienes inclusive ven en ella un riesgo para los intereses del paciente.

Es así que, al tratarse de un tema polémico, la desaprobación por parte de otros se vuelve una constante, sin embargo, que exista tal no significa necesariamente que se les esté causando algún daño, puesto que muy probablemente, su postura se deba a que no comparten los mismos principios, deseos, valores y convicciones que aquel que ha decidido otorgar VA en determinado sentido.

Lo anterior no debiera implicar mayor problema para un auténtico Estado liberal, entendiendo por tal aquél donde las actividades que no afectan a terceros ni al orden público, están exentas de restricción, por formar parte de lo privadísimo.

A partir de lo esgrimido hasta este punto, es posible identificar que, el programar nuestro proceso de muerte constituye una libertad que ha irrumpido en nuestra actualidad, debido a las necesidades y los dilemas surgidos a partir de los avances tecnológicos que han generado cambios importantes en el cuidado, la salud y la prolongación de la vida.

En adición y aunque pudiera obviarse, debido a que el DHLDP se entiende como un derivado de la dignidad humana es dable señalar que, el otorgamiento de VA se encuentra reservado a las personas físicas, al ser las únicas dotadas de cuerpo, salud y vida que constituyen los rubros en los que surten sus efectos sus contenidos.

Finalmente, en lo que ve a la intervención del Estado en las cuestiones decisionales al final de la vida se identifica que, por conducto del derecho debería asumir una postura de tolerancia, conciliación, canalización y reconocimiento de los derechos individuales —entre ellos la autonomía de la voluntad—; por lo que no debe entenderse que su rol debe limitarse a un *no interferir*, pues si bien su margen de acción se ve reducido, no deja de corresponderle el diseño de instituciones que faciliten la persecución de dichos proyectos y que a su vez asuman el compromiso de evitar —o por lo menos disminuir— la interferencia mutua en el curso de tal persecución (Nino, 2012).

Referencias

ALEXY, Robert (2014). *Derecho y razón práctica*, Ciudad de México, Fontamara, p. 12.

BATISTA Jiménez, Fernando (2022). Consumir marihuana ¿contribuye al desarrollo de nuestra personalidad?, *Cuestiones constitucionales*, núm. 46, 319-335 https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/cuestiones-constitucionales/article/view/17058/17914

FERREIRA De Araújo Lima, Andrei y Inglez De Souza Machado, Fernando (2021). El médico como arquitecto de elección: paternalismo y respeto por la autonomía, *Revista Bioética*, vol. 29, núm. 1, 319-335 https://doi.org/10.1590/1983-80422021291445

KUTNER, Luis (1969). Due Process of Euthanasia: The Living Will, A Proposal, *Indiana Law*, vol. 44, edición 4, artículo 2, 539-554

https://www.repository.law.indiana.edu/ilj/vol44/iss4/2.

NINO, Carlos Santiago (2012). *Ética y derechos humanos: un ensayo de fundamentación*, 2ª edición, Buenos Aires, Astrea, 204-205.

Sentencia recaída al amparo directo 6/2008, primera sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, Ponente: Sergio A. Valls Hernández, 6 de enero de 2009, p. 86. párr. 1.

SIURANA, Juan Carlos (2005). *Voluntades anticipadas. Una alternativa a la muerte solitaria*, Madrid, edit. Trotta, p. 12.

VILLARREAL Garza, Cielo Aracely y Ramírez Aguilar Antonio de Jesús (2020). Libre desarrollo de la personalidad con perspectiva de derecho emergente, *DyCS Victoria*, vol. 2, núm. 3, 45-52 https://doi.org/10.29059/rdycsv.v2i1.40

EL *SOFT LAW: UNA ALTERNATIVA PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL*

Lizbeth Adriana De Santiago Reséndiz. Estudiante de la Maestría en Ciencias Jurídicas, Universidad Autónoma de Querétaro. lizbethdesantiago8@gmail.com

Dra. Alina del Carmen Nettel Barrera. Profesora de tiempo completo e investigadora, Universidad Autónoma de Querétaro. alina.nettel@uaq.mx

Resumen

Es necesario replantear la forma de aplicación de las normas en México, debido a la transformación que ha tenido la sociedad y las exigencias que han surgido. Una de ellas es la protección del medio ambiente, pues el cambio climático y sus consecuencias son perjudiciales para la subsistencia humana. Las leyes y medidas que se han implementado en dicha materia son insuficientes y se requiere la aplicación de instrumentos derivados del *soft law* para ampliar la protección ambiental. Se utilizaron cuatro métodos para realizar la investigación (analítico-sintético, sistémico, analógico, deductivo-inductivo) y la técnica indirecta de tipo documental. Se encontró que los instrumentos de *soft law* son un complemento para la norma de derecho interno mexicana que coadyuvan a la protección del medio ambiente en México.

Summary

It is necessary to rethink the way standards are applied in Mexico, due to the transformation that society has undergone and the demands that have arisen. One of them is the protection of the environment since climate change and its consequences are detrimental to human subsistence. The laws and measures that have been implemented in this matter are insufficient and the application of instruments derived from soft law is required to expand environmental protection. Four methods were used to carry out the research (analytical-synthetic, systemic, analogical, deductive-inductive) and the indirect documentary-type technique. It was found that soft law instruments are a complement to the Mexican domestic law that contributes to the protection of the environment in Mexico.

Palabras clave

Soft law, medio ambiente, contaminación, protección del medio ambiente, actuación administrativa.

Keywords

Soft law, environment, pollution, environmental protection, administrative action.

Introducción

La contaminación ambiental que conlleva al deterioro del medio vital es un tema que actualmente tiene gran relevancia. Puesto que, las consecuencias de los fenómenos climáticos tienen impacto directo en la salud de los seres humanos, en las condiciones de vida, en pérdidas económicas de los Estados a causa de desastres naturales, entre otras más. La Organización de las Naciones Unidas en mayo de 2023, dio a conocer información sobre este tema expresando lo siguiente:

> . . . la agencia de la ONU de meteorología indica que las temperaturas mundiales alcanzarán niveles récord impulsadas por los gases de efecto invernadero y por el fenómeno natural de El Niño, lo que tendrá repercusiones en la salud, la seguridad alimentaria y el medio ambiente. Además, alertan sobre el calentamiento del

> Ártico y el cambio en los patrones de precipitaciones a nivel global. (Unidas, 2023)

En el Acuerdo de Paris, se estableció como principal objetivo el tratar de evitar que la temperatura del planeta supere los 1,5ºC, meta que hasta el momento no se ha logrado e incluso se prevé que entre los años 2024 y 2027 se alcance una temperatura récord de hasta 1,8ºC. fenómeno que traerá sequías, inundaciones y temperaturas extremas, que tendrán repercusión en todos los lugares de nuestro planeta. Esta tarea desde su inicio ha sido un reto en conjunto para los Estados, quienes deben implementar medidas que contribuyan a la protección del medio ambiente.

En México se han encontrado diversas leyes en materia de medio ambiente, en cuanto a la protección de flora, fauna, agua, suelos, aire, gestión de residuos, etc. Sin embargo, según reportes del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, los niveles de contaminación (en sus diversas formas) han ido en incremento. En cuanto a las emisiones de gases se tienen los siguientes datos: . . . las emisiones siguen creciendo en nuestro país en donde el sector que más contribuye es el sector Energía con el 64% de las emisiones, principalmente en el consumo de combustibles fósiles. . . (Climático, 2023). Además, cabe resaltar el incremento en la producción del siguiente contaminante:

> . . . carbono negro, el cual es un contaminante climático de vida corta que tiene efectos adversos en la salud y en los ecosistemas. Las emisiones de este contaminante en 2019 ascendieron a 65,582 toneladas, siendo las principales fuentes de emisión la quema de leña en hogares, los vehículos a diésel, la generación de energía eléctrica, emisiones fugitivas de gas natural, la quema de biomasa en tierras y la quema de residuos sólidos a cielo abierto. (Climático, 2023)

Los datos anteriores muestran que a pesar de la existencia de leyes y de programas de difusión en pro del cuidado del medio ambiente en México la contaminación va en aumento.

Dejando por el momento los datos estadísticos de contaminación en México y retomando a los instrumentos de *soft law* en materia de medio ambiente, se considera que el establecer alguna de sus recomendaciones puede contribuir con la protección del medio ambiente. Sin embargo, esto no es sencillo pues las características que acompañan al *soft law* hace compleja su adopción por parte de los Estados.

El término *soft law* se ha visto envuelto en medio de una discusión por descubrir su naturaleza y por conceptualizarlo. La mayoría de los autores coinciden en que es un término ambiguo y que las palabras *soft* y *law*, parecen estar en contraposición. Pero para analizarlo más a fondo es necesario apuntar lo que algunos de los autores principales han entendido y escrito sobre el término.

Para Laporta, el *soft law* visto desde el plano internacional, lo considera: . . . un conjunto de normas de conducta pertenecientes al orden jurídico internacional que carecen de fuerza vinculante, pero producen algunos efectos jurídicos directos o indirectos. (Laporta, 2014, p. 67).

Por su parte Ruiz Miguel (2014), señala que el *soft law* abarca desde acuerdos, códigos de prácticas, actas de encuentro, que aportan pautas de comportamiento y que han abarcado terreno en varios temas trascendentes. Este autor es partidario de alcanzar una unificación y orden mundial, en el que se tienen tres objetivos comunes, únicamente citaré el de resolver los problemas medio ambientales. Sostiene su propuesta en el proceso de globalización que cada vez presenta retos nuevos y que requiere cooperación en distintas materias como la económica y tecnológica, y

que de ello emana la necesidad de adecuar los ordenamientos jurídicos a los retos actuales.

Toro Huerta (2006), destaca la importancia del desarrollo del derecho encaminado a la protección del medio ambiente como uno de los temas de discusión en el plano internacional y que exigen un replanteamiento en cuanto a su producción de disposiciones normativas. En esta misma línea, se entiende al *soft law*, como un fenómeno en creciente evolución y expansión, con características particulares como el crecer de fuerza vinculatoria pero que produce efectos jurídicos.

Ahora bien, se debe tener en cuenta que, al hablar de actuación administrativa, estamos en presencia del acto administrativo, ya que son éstos en su conjunto los que conforman el actuar de la autoridad administrativa. Se debe tener en cuenta que el acto administrativo es un acto jurídico, en tanto que emana de la norma jurídica y que es esta la que dota a la autoridad de legalidad para realizar su actividad de actuación. En tanto que, el principio de legalidad plantea: . . . el sometimiento de la entera Administración pública, y por ello de toda su actividad, a la ley y al derecho. (Rodríguez- Arana, 2009, p. 46)

Es decir, toda la actuación de la Administración pública debe estar consagrada en la norma jurídica positiva y para que puedan emitirse licencias, concesiones, efectuar actividades de fomento o servicios públicos, debe de estar prescrito en una norma, es por ello que no se está completamente de acuerdo con lo que López Peña, menciona acerca de la implementación del derecho blando en el actuar administrativo, porque bajo esta concepción del principio de legalidad en el derecho administrativo no sería posible implementar el derecho blando en la actuación administrativa, para lograrlo se tendrían que hacer ajustes muy precios que permitieran este actuar, o bien, esperar hasta que ese *soft law* internacional derivara en una norma positiva integrada al ordenamiento jurídico mexicano, esto evidentemente sí permitiría su aplicación por parte de la autoridad administrativa, puesto que se convertiría en un auténtico deber de actuación de la Administración pública. Apoyo este razonamiento en lo siguiente:

> El sometimiento a la ley implica la sujeción del aparato administrativo y su quehacer también a las normas que se dictan para la aplicación de la ley, normas que precisan del acto administrativo para materializar ‘ad personam’ el contenido de la ley. (Rodríguez- Arana, 2009, p. 46)

Es por lo anterior, que ese sometimiento implica la aplicación de todos los criterios de Derecho en la actuación administrativa, lo cual tiene como fin garantizar el Estado de Derecho. Si bien es cierto que la autoridad administrativa goza de la facultad reglamentaria, se debe tener en cuenta que no lo puede hacer en cualquier materia puesto que hay temas reservados, como por ejemplo cuestiones de derechos humanos. Reduciendo esa facultad de creación de reglamentos básicamente a los necesarios para su organización interna. Anulando la posibilidad de que la autoridad administrativa por propia cuenta cree disposiciones para poder aplicar el *soft law*.

Se debe destacar que la actuación administrativa debe ser adecuada y atender al interés general, lo cual se encuentra determinado en las normas, en el caso de México desde la constitución federal, que sirve de base jurídica para prescribir el actuar administrativo y que en consecuencia se traduce en leyes secundarias que describirán esas funciones a mayor detalle.

Siguiendo en este orden de ideas, es pertinente dar paso al principio de legalidad, que como bien sabemos no es exclusivo de la materia administrativa, sino que es un principio que se ha identificado como rector del Estado de Derecho, este último se caracteriza por el imperio de la ley, de una ley que emane de la población y que los gobernantes deben cumplir a cabalidad, además se tiene la división del poder en tres principales funciones, la legislativa, la ejecutiva y la judicial.

La legalidad en la administración es otra característica del estado de derecho y hace referencia al principio de legalidad enfocado en el actuar administrativo, que se ve materializados en la emisión de sus actos administrativos, en la aplicación de la justicia administrativa y en el sistema de responsabilidades de esta, por citar ejemplos.

No obstante, lo anterior y al recordar lo dicho por Laporta, el principio de legalidad no es una característica inherente al derecho o al ordenamiento jurídico, es parte de una teoría que lo contempla dentro de su concepción de lo que el derecho debería ser, no propiamente de lo que el derecho es. En este sentido se tiene la opción de adecuar este y otros principios en favor de las necesidades actuales y con respeto al interés general, pero no es un dogma irrompible, ni tampoco se sugiere que se deseche, únicamente que se reconsidere y amplié dando lugar a las exigencias de la sociedad contemporánea y a la satisfacción de sus derechos.

Tras analizar las aportaciones de los autores anteriores respecto del *soft law*, se observa que este fenómeno no está acabado, se encuentra en evolución. Es un área de oportunidad para enriquecer la legislación, las medidas, las políticas y programas que en México existen para la protección del medio ambiente. No obstante, al ser instrumentos orientadores quedan a la esperar que el Poder Legislativo los incluya en alguna ley o que la Suprema Corte de Justicia de la Nación ordene su aplicación al dictar alguna resolución en la materia.

De lo anterior se advierte que el problema radica en que el principio de legalidad en la dogmática jurídico administrativista ha monopolizado la actuación de la autoridad reduciéndose a la mera aplicación del texto legal. Es decir, el *soft law* se ha limitado a buenas expectativas y no a materializar mejores condiciones y mecanismos de tutela ambiental. De esto surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo repercute el principio de legalidad en la actuación de la autoridad administrativa y en la aplicación de instrumentos de *soft law* en materia de medio ambiente?

A lo antes expuesto se sostiene que el principio de legalidad repercute de manera directa en la actuación de la autoridad administrativa impidiendo que ésta aplique mecanismos derivados de *soft law* en materia de medio ambiente, debido a que no se ha superado en México la clásica visión dogmática que se sostiene precisamente dicho principio.

Dentro de la investigación se tienen un *objetivo general* y cinco *objetivos específicos*.

El *objetivo general* consiste en establecer la naturaleza jurídica del *soft law* y su aplicación e implicaciones en relación con las normas de actuación administrativa en materia de medio ambiente, para superar la visión dogmática que reside en el principio de legalidad en México.

El primer objetivo específico consiste en analizar la naturaleza jurídica del *soft law*. En el segundo objetivo específico se pretende comparar la aplicación del *soft law* y los resultados que ha tenido en otros países. El tercer objetivo específico radica en examinar la regulación de la protección del medio ambiente en México. El cuarto objetivo específico reside en analizar el alcance del principio de legalidad en materia de medioambiente, su forma de aplicación y su relación con el positivismo jurídico. El quinto objetivo específico es examinar los alcances e implicaciones del *soft law* en materia de actividad administrativa con relación a las normas en materia medioambiental en México.

Metodología

La investigación tiene un enfoque cualitativo. Se rige por cuatro métodos.

El método analítico-sintético se aplica en los cuatro capítulos, se pretende realizar un análisis de la información que se tiene sobre el tema para después de un proceso de asimilación y reflexión, lograr sintetizarla y plasmarla.

El método sistemático se utiliza en los cuatro capítulos, y se seleccionó con el fin de poder relacionar temas que quizá se consideran aislados pero que en realidad no lo están y así poder unificarlos de manera congruente.

El método analógico se requiere en el primer capítulo, para poder realizar una comparación entre México y otros países acerca del desarrollo del soft law.

El método inductivo-deductivo fue necesario en los cuatro capítulos, con el fin de obtener un mayor razonamiento acerca de la información sobre el tema en cuestión.

En la investigación se aplicó una técnica indirecta que fue la documental.

Resultados

En otros países el *soft law* comenzó a tener relevancia con anterioridad a nuestro país. En México la Suprema Corte de Justicia de la Nación, ha emitido únicamente dos tesis, una aislada (2014) y una jurisprudencia (2023), en las que reconoce la importancia de tomar en cuenta lo plasmado en documentos de este tipo, pese a su carácter no vinculante.

Discusión y conclusiones

Se considera que actualmente las necesidades y exigencias sociales han apuntado a mirar respuestas en los instrumentos de *soft law*. Es por ello, que se requiere que la aplicación del *soft law* no se quede únicamente en resoluciones de la Suprema Corte y que se armonice su aplicación en conjunto con la norma vigente mexicana en materia de medio ambiente. El tema es reciente en nuestro país, pero debe comprenderse que el *soft law* es un complemento a la norma vigente y no son excluyentes.

Referencias bibliográficas

BAUMAN, Z. (2003). *Modernidad líquida.* México: Fondo de Cultura Económica.

Climático, I. N. (28 de agosto de 2023). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* . Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático : Presenta INECC el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990 - 2019 | Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

DEL TORO HUERTA, M. I. (2006). El fenómeno del soft law y las nuevas perspectivas del derecho internacional. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*.

ELIZARRARÁS, J. C. (2018). Evolución e interdisciplina en el debate actual de las nuevas fuentes del derecho internacional: derecho suave y derecho duro ¿Contraposición o complemento? *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas*.

ESCOBAR, G. (1995). *La ordenación constitucional del medio ambiente.* España: Dykinson.

GARCÍA, D. (2011). *Estado de derecho y principio de legalidad, , edit. C, 2011.* Ciudad de México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos.

JARAMILLO C., M. y. (2014). Acerca del denominado 'Soft law Administrativo': notas frente a la experiencia japonesa y chilena. *Ediciones Derecho UC*, p. 307.

LAPORTA, F. (2014). Gobernanza y soft law: nuevos perfiles jurídicos de la sociedad internacional. En R. M. Alfonso, *Entre Estado y Cosmópolis. Derecho y justicia en un mundo global,.* España: Editorial Trotta.

MARTÍNEZ JURADO, D. (2018). El soft law en derecho administrativo y su control judicial en Colombia. *Revista Digital de Derecho Administrativo,* .

MAZUELOS BELLIDO, Á. (2014). "Soft Law: ¿Mucho ruido y pocas nueces?". *Revista Electrónica de Estudios Internacionales,* .

NACIÓN, S. C. (2020). Diálogos entre jueces y juezas constitucionales de América Latina. *Avances y desafíos del constitucionalismo transformador*.

RABASA, A. (2020). Contenido y alcance del derecho humano a un medio ambiente sano. En I. O. Ana, *Cuadernos de jurisprudencia.* México: SCJN, Centro De Estudios Constitucionales de la Suprema Corte De Justicia de la Nación.

Rodriguez-Arana, M. (2009). *DERECHO ADMINISTRATIVO ESPAÑOL*. ESPAÑA: GESBIBLO.

RUIZ, A. (2014). La función del Derecho en un mundo global. En R. M. Alfonso, *Entre Estado y Cosmópolis. Derecho y justicia en un mundo global.* España: Editorial Trotta.

Unidas, O. d. (17 de mayo de 2023). *Organización de las Naciones Unidas* . Obtenido de Organización de las Naciones Unidas : https://www.bing.com/ck/a?!&&p=415c3ccaf87bdae7JmltdHM9MTY5NzQxNDQwMCZpZ3VpZD0yZTVjZTcyZC03OTliLTZmYzAtMGM0Yy1mNDRhNzg5NjZlNWMmaW5zaWQ9NTIwMg&ptn=3&hsh=3&fclid=2e5ce72d-799b-6fc0-0c4c-f44a78966e5c&psq=Organizaci%c3%b3n+de+las+Naciones+Unidas%2c+Noticias+O

ZAMBRANO, A. (2016). La incidencia del llamado soft law o derecho blando en la interpretación del juez constitucional. *Suprema Corte de Justicia de la Nación*.

Construcción de materiales educativos en Educación Integral en Sexualidades (EIS)

Luz Graciela Vázquez Bautista; luz.g.vazquez.b@gmail.com, estudiante de la Maestría en Educación para la Ciudadanía de la Facultad de Psicología y Educación UAQ y Guillermo González Hernández (asesor); guillermo.hernandez@uaq.edu.mx, coordinador de la Maestría en Educación para la Ciudadanía de la Facultad de Psicología y Educación UAQ.

Resumen:

El presente trabajo describe un proceso de investigación que propone la construcción de Materiales Educativos (ME) en Educación Integral en Sexualidades (EIS) para contribuir a la formación en ciudadanía.

Esto a partir de una serie de inquietudes manifestadas por el grupo docente de una telesecundaria ubicada en una comunidad rural, en el Estado de Querétaro, México, en torno a la identificación de áreas de oportunidad para que sus estudiantes ejerzan una sexualidad informada.

Summary:

This paper describes a research process that suggests the construction of Educational Materials (EM) in Comprehensive Sexuality Education (CSE) to contribute to citizenship training in school environments.

This is based on a series of concerns expressed by the teaching group of a telesecundaria located in a rural community, in the state of Queretaro, Mexico.

Palabras clave: Materiales Educativos/Educación Integral en Sexualidades (EIS)/Ciudadanía/Derechos Sexuales y Reproductivos (DSyR)

Key Words: Educational Materials/Comprehensive Sexuality Education/Citizenship/Sexual and Reproductive Rights

Introducción

En Atongo, comunidad rural ubicada en el municipio de El Marqués en el Estado de Querétaro, México, existe una alta incidencia de casos de embarazo no planeado en jóvenes adolescentes, de acuerdo a lo observado por personal del centro de salud comunitario. Esta situación es especialmente frecuente en la población estudiantil de la telesecundaria local.

Por lo anterior, el grupo docente de la escuela manifestó interés por generar herramientas para propiciar el ejercicio de una sexualidad informada. En este sentido, aunque los contenidos curriculares de la educación secundaria ya consideran a las sexualidades, estos no han logrado enlazarse con la cotidianidad de la comunidad estudiantil.

Los materiales educativos que son utilizados en el aula omiten problemáticas de la vida cotidiana de las y los estudiantes de esta comunidad, como el fenómeno de la migración y sus repercusiones en el inicio de la vida sexual de las y los adolescentes, los noviazgos con diferencia de edad, la violencia en el noviazgo, entre otros más.

En este sentido, este trabajo plantea como estrategia inicial un proceso de construcción de materiales educativos que, desde una visión para el desarrollo de la autonomía y tomando como referencia a los derechos sexuales y reproductivos, brinden información sobre sexualidades y

contribuyan a garantizar el ejercicio de los derechos ciudadanos.

A partir de lo anterior, se considera como punto de partida a la necesidad de garantizar el acceso a información en sexualidades, con el objetivo de procurar el derecho a la información de las y los adolescentes. Así mismo, a partir de la estrategia de la Educación Integral en Sexualidades (EIS), que desde el 2014 forma parte del artículo tercero constitucional mexicano, en tanto su relación con el derecho a la educación de niñas, niños y adolescentes (NNA) del país (LGDNNA, 2014).

El objetivo principal de esta propuesta es difundir información sobre sexualidades desde un enfoque en educación para la ciudadanía. Para lograr lo anterior, se considera la perspectiva de la Educación Integral en Sexualidades (EIS), que es una estrategia pedagógica inclusiva que parte de la asimilación de la sexualidad como un derecho de todas las niñas, niños y adolescentes, contribuyendo a su autonomía y bienestar. La EIS es parte del proceso de formación en ciudadanía, pues uno de sus fines es dotar de ejercicio civil y político a las juventudes, en el sentido de asumirse como sujetos de derecho en materia de su propia sexualidad, a partir de una educación integral. El derecho a la educación, a la información y a una vida libre de violencia son algunos de los aspectos que la EIS aspira a garantizar (Gogna y Faur., 2016).

El enfoque de la integralidad en la educación en sexualidades apunta a traspasar la prevalencia de una educación preventiva tradicional que reduce al ámbito de la sexualidad en la etapa de la adolescencia, a un acontecimiento lleno de riesgos para los cuales las juventudes no son capaces de tomar decisiones con responsabilidad (López, 2019 y Magistris, 2022).

Como Material Educativo (ME), entenderemos a:

> aquellos objetos, instrumentos y medios en diversos soportes físicos, elaborados o adaptados para apoyar procesos didácticos, de planeación, ejecución y evaluación con fines de enseñanza y aprendizaje (Miembros del Seminario Los materiales educativos en la sociedad de la información, 2006).

Los ME resultan una opción viable para la promoción de contenidos relacionados a la EIS, puesto que brindan la posibilidad de abordar los temas con un enfoque de derechos. En este sentido, su pertinencia parte también de su carácter adaptable, pues este ofrece la posibilidad de incluir información que responda a problemáticas específicas dentro de un contexto educativo particular (Miembros del Seminario Los materiales educativos en la sociedad de la información, 2006).

En cuanto al panorama general mexicano de los ME con enfoque en EIS, existe la reciente incorporación de una Guía Didáctica sobre Estrategias de Educación Integral en Sexualidad para personal docente, que forma parte de la Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo Adolescente (ENAPEA), creada por la Secretaría de Gobernación y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), en mayo de 2021 (Secretaría de Gobernación, 2021).

Este ME plantea la necesidad de dialogar con grupos de jóvenes adolescentes sobre el cambio generacional en torno a concepciones tradicionales de género, así como la mención de la cartilla de derechos sexuales de adolescentes y jóvenes, la prevención del embarazo adolescente, la creación de un plan de vida con metas a corto, mediano y largo plazo y el abordaje de una cultura preventiva, el autocuidado y la violencia de género. Aunque

dicho material propone estrategias como la generación de un espacio amigable y de constante retroalimentación para los grupos de jóvenes y adolescentes, plantea a la prevención en salud como principal objetivo.
Si bien esta guía representa un avance en cuanto a materiales educativos, existe dentro de un margen delimitado que no incluye sugerencias directas por parte de la propia comunidad involucrada: las juventudes adolescentes.

Por lo anterior, resulta indispensable alimentar procesos de construcción de materiales educativos para la Educación Integral en Sexualidades desde una metodología que considere la participación de las comunidades estudiantiles. Las estrategias participativas permiten contar con herramientas para aprendizajes situados, que se dirijan a las diversas realidades de las adolescencias (CIDE, 1990).

Esta investigación refleja el proceso de creación de un material educativo situado, desde su viabilidad para la formación en ciudadanía y desde los recursos de la EIS. Su trascendencia recae en contribuir a la construcción de una propuesta que responde a una demanda específica y que intenta potencializar el desarrollo de la autonomía de las adolescencias, a través de la validación de su derecho a la información, a la educación y a la participación.

En cuanto al enfoque de formación ciudadana, reconocemos a la ciudadanía como un concepto con necesidad de renovación, por lo que se le considera desde sus atributos contemporáneos: la flexibilidad, la reformación, el dinamismo y la negociación de acuerdo a demandas contextuales particulares (Jiménez, J, 2018). Estas propiedades responden a la urgencia por reconocer procesos sociales específicos que requieren de una apropiación ciudadana situada, donde es necesaria una comprensión cultural e histórica de las comunidades latinoamericanas.
De esta manera, el presente trabajo tiene como objetivo identificar, a partir de un diagnóstico participativo, los contenidos necesarios para la construcción de Materiales Educativos en EIS, para la comunidad estudiantil de la telesecundaria de Atongo en El Marqués, Querétaro.

Método/Metodología

Se utilizó un enfoque cualitativo, con un alcance exploratorio descriptivo (Hernández Sampieri et al., 2010). La población participante fue la comunidad estudiantil de una telesecundaria rural en Querétaro, México. Tal institución albergó al momento de la parte diagnóstica de la investigación, una población aproximada de 200 estudiantes, en un rango de edad de los 12 a los 15 años de edad; participaron dos grupos mixtos de primer año, dos de segundo y tres de tercero.

Se utilizó una metodología participativa, partiendo de los supuestos de la Educación Popular como "*concepción metodológica dialéctica"* (CIDE, 1990, p.4). Lo anterior implica la construcción de procesos educativos desde los conocimientos, las vivencias y los sentimientos de las personas de la población involucrada en la investigación (CIDE, 1990).

La investigación considera los momentos: diagnóstico, identificación de contenidos situados, construcción de ME basado en contenidos situados y evaluación de ME comunidad estudiantil y docente.

Para la parte diagnóstica, se convocó a un primer taller participativo dirigido a la comunidad

estudiantil. Este taller exploró percepciones y opiniones en torno a la EIS, según las vivencias y problemáticas de las y los estudiantes en cuestión. Esta actividad permitió explorar intereses y sugerencias del grupo estudiantil e identificar posibles ejes temáticos para los contenidos del ME a construir.

Para el diseño del taller diagnóstico se consideró la utilización de técnicas de actuación, cuyos objetivos están encaminados a la representación de escenarios ficticios para entrever comportamientos y cosmovisiones sobre un tema específico. En este caso se utilizó el recurso del juego de roles en torno a las problemáticas sobre sexualidad de la comunidad estudiantil implicada (CIDE, 1990).

Resultados

Luego de la aplicación del taller diagnóstico participativo, se identificó en los grupos de primer y segundo año mucho interés por el tema.

Algunos participantes identificaron a la sexualidad como un tema "conocido", más les representó dificultad expresar verbalmente cuáles son sus componentes y se limitaron a conceptualizarla desde su relación con la reproducción y la salud.

Durante el desarrollo de las actividades la comunidad estudiantil hizo mención de temas como la pornografía, el trabajo sexual y el consumo de sustancias ligado a las actividades cotidianas de adultos y adolescentes de la comunidad. A raíz de la problematización de la sexualidad a través de las actividades del taller, se le identificó desde una perspectiva de la curiosidad y la cautela, y desde cierto nivel de desconocimiento en diferentes sentidos, como lo relacionado al placer y su vivencia, así como de sus posibilidades además de una relación en pareja. Un tema recurrente en los diferentes grupos de discusión estudiantil fue el inicio del noviazgo, dejando ver un especial interés en temas como "el primer beso" o los primeros acercamientos sexuales en pareja - "la primera vez"-.

Cuando se tocaron temas como la masturbación, el erotismo o el placer hubo incomodidad y silencio generalizado, aunque con el desarrollo del taller se notó que les resultaban familiares, principalmente el tema de la masturbación en el caso de los grupos de varones.

En tanto temática relacionadas a la realidad contextual de la población estudiantil, se mencionaron temas como la migración, el embarazo no planeado, la masturbación como tema prohibido, las relaciones de pareja violentas, las relaciones de noviazgo con diferencia de edad (menores saliendo con personas adultas), así como la problemática del consumo de sustancias. Así mismo, se hizo mención de dudas sobre la orientación sexual *"¿cómo saber qué me gusta?" o la "elección sexual",* por ejemplo, dejando ver una noción difusa entre las cosmovisiones del género y sus representaciones como expresión, identidad y la orientación sexual.

Hubo mención de temas relacionados a la diversidad sexual desde una concepción de binarismo de género y prohibición, además de aludir a la idea de la transexualidad como un tema conocido para la mayoría, más no siempre aceptado. Respecto a este último, en algunos grupos se mencionó con naturalidad a la posibilidad de representar una identidad de género sin correspondencia obligada a ciertos órganos sexuales (pene o vulva), más en otros grupos fue un tema complicado que representó rechazo contundente. A partir de estos resultados, se eligieron como ejes temáticos para la construcción del material educativo a los siguientes:

1) Autoconocimiento, que incluye temas como: identificación de la orientación

sexual, expresión de género, proyecto de vida y familia.

2) Placer, incluyendo atracción sexual, masturbación, exploración sexual, primeras experiencias sexuales como temas principales.
3) Vínculos afectivos, que incorpora como temas centrales comunicación en el noviazgo, relaciones consensuadas, noviazgos con personas adultas.
4) Relaciones con otros y otras, este eje incluye las lógicas de convivencia, en particular el acercamiento a la diversidad sexual, el cuestionamiento de los estereotipos de género, manejo de emociones
5) Salud eje que incorpora los temas de Uso de anticonceptivos, pastillas del día siguiente, prevención del embarazo, aborto, relaciones sexuales seguras.

Conclusión

A partir de los resultados, se puede identificar que el acceso a la información en el estudiantado de la comunidad en la que se trabajó, es limitado. Si bien muchos de los temas que fueron identificados en los ejes son similares a los que podemos identificar en poblaciones con otras características, en el caso particular de la población atendida, se encuentran mediados por procesos sociales como la migración, la exclusión estructural, la falta de oportunidades para acceder a estudios de educación media superior, entre otros. Lo anterior exige la necesidad de construir estrategias situadas que aborden a la EIS desde estas coordenadas.

Por ello, diseñar materiales educativos que brinden información desde los ejes propuestos, fomenta las posibilidades de decisión en cuanto al ejercicio de la sexualidad de las y los adolescentes, así como de su capacidad de agencia. Esto último se verá concretado en ME que guíen en torno a criterios de búsqueda de información sobre sexualidad en internet, que aborden las temáticas de los límites en las relaciones de pareja, en proyectos de vida situados que planteen la posibilidad de posponer la mater/paternidad, así como la consolidación de redes de apoyo y/o de consulta de información (docentes, personal de salud, etc).

La construcción de estos ME busca cumplir una función informativa, así como contribuir a la formación de ciudadanías en poblaciones adolescentes a partir de un entendimiento de la sexualidad desde un enfoque de derechos, con miras al desarrollo de sexualidades autónomas, libres y responsables.

Bibliografía

- Ley General De Los Derechos De Niñas, Niños Y Adolescentes (LGDNNA) (04 de diciembre de 2014). Diario Oficial de la Federación mexicana.
- Faur, Eleonor y Gogna Mónica. (2016). La Educación Sexual en la Argentina. Una apuesta por la ampliación de derechos. [pp. 198-227]., en: Voces de la inclusión: Interpelaciones y críticas a la idea de Inclusión escolar / J. Félix Angulo Rasco ... [et al.]; compilado por Irazema Edith Ramírez Hernández; editor literario Ismael Cáceres-Correa ... [et al.]; prólogo de Irazema Edith Ramírez Hernández. - 1a Ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Praxis Editorial; México D.F.: Benemérita Escuela Normal Veracruzana, 2016. Libro digital, PDF - (Miradas Pedagógicas / Cáceres-Correa, Ismael; académicas; 1. Disponible en: https://www.aacademica.org/000-111/696.
- López Bueno, M. 2019. *EDUCACIÓN SEXUAL INTEGRAL: UNA*

INTERVENCIÓN CON ADOLESCENTES DEL ESTADO DE MÉXICO. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Magistris, Gabriela. (2022). La Educación Sexual Integral en perspectiva: aportes desde un enfoque intergeneracional y antiadultista. [en línea] Trenzar. Revista de Educación Popular, Pedagogía Crítica e Investigación Militante. No 8, Año 4, Abril 2022-Septiembre 2022: 156-171. Red Trenzar: Santiago de Chile. ISSN (online) 2452-4301.
- Miembros del Seminario Los materiales educativos en la sociedad de la información. (Mayo de 2006). Los Materiales Educativos en México . Agosto 2015, de ite Sitio web: http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/80/cd_1_2_3/cd2/paises/mexico/los_materiales_educativos_en_mexico.pdf.
- Secretaría de Gobernación. (2021) Estrategias de Educación Integral en Sexualidad (EIS) para personal docente. Guía didáctica.
- Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación (CIDE), (1990). Técnicas participativas para la educación popular. Registro No. 67.800, Santiago de Chile.
- Jiménez, J. (2018). Ciudadanía sexual en Costa Rica: los actos, las identidades y las relaciones en perspectiva histórica Revista Interdisciplinaria de Estudios de Género de El Colegio de México, (4) e152. Http://dx.doi.org/10.24201/eg.v4i0.152.
- Rance, S. (2000, 30 de noviembre). Ciudadanía sexual. Ponencia: Mesa Redonda sobre derechos sexuales, Jornadas del Foro Nacional por la Salud Sexual y Reproductiva. Cochabamba, Bolivia, en Conciencia Latinoamericana, Revista de Católicas por el Derecho a Decidir,Vol. XIII No. 3, septiembre 2001, pp. 13-17.
- Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C; Baptista Lucio, M. (2010). Capítulo 12: El inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión de la literatura, surgimiento de las hipótesis e inmersión en el campo. Pp: 362-390. Metodología de la Investigación. Mcgraw-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. [digital].
- Giddens, A. 1992. *La transformación de la intimidad. Sexualidad, amor y erotismo en las sociedades modernas.* Ediciones cátedra, Madrid.

Efectos de la maternidad en el psiquismo de las mujeres

Autora: Emma Estefany Díaz Gil
estrefanydiazpsicologia@hotmail.com
Asesora: Nubia Carolina Rovelo Escoto
Nubia.rovelo@uaq.mx
Universidad Autónoma de Querétaro

Resumen

Ser mujer y ser madre en un país como México afecta de manera considerable la calidad de vida de las mexicanas, ya que, los riesgos de vivir con padecimientos como depresión o ansiedad son sumamente altos (Leal, 2019).

En los últimos años, los estudios demográficos demuestran que la tasa de fecundidad ha aumentado en el caso de las mujeres mexicanas. Una de las razones para que esto ocurra se relaciona con el bajo uso de métodos anticonceptivos, además de que en México las mujeres no utilizan estos métodos para postergar la maternidad, sino para espaciar los embarazos (INMUJERES, 2020). Esto último trae como resultado que las mujeres tengan más hijas o hijos de los que habían planeado.

El principal objetivo de esta investigación es proponer un dispositivo grupal que posibilite identificar los efectos psíquicos que ha traído la maternidad a la vida de las mujeres.

Se analizaron propuestas de psicoanalistas, psicólogas, sociólogas, filósofas, antropólogas, entre otras expertas desde una metodología cualitativa que permitiera comprender los contextos en los que escribieron sus obras, así como la pertinencia actual que tienen con respecto a la temática de maternidad.

Finalmente se concluye que, a pesar de los múltiples avances en materia de derechos humanos y políticas públicas, muchas de las prácticas misóginas y de opresión hacía las mujeres que se implementaban aún antes de la llegada de los españoles, siguen estando vigentes. Sin embargo, el reconocimiento de los trabajos no remunerados, así como las dobles y triples jornadas que realizan las mujeres, necesitan debatirse con urgencia, pues son algunos de los factores que ponen en riesgo la salud física y mental de las mujeres.

Palabras clave

Maternidad, salud de las mujeres, efectos psíquicos

Abstract

Being a woman and being a mother in a country like Mexico considerably affects the quality of life of Mexican women, since the risks of living with conditions such as depression or anxiety are extremely high (Leal, 2019). In recent years, demographic studies show that the fertility rate has increased in the case of Mexican women. One of the reasons has to do with the low use of contraceptive methods, and that in Mexico women do not use these methods to postpone motherhood, but to space out pregnancies (INMUJERES, 2020). The latter results in women having more children than they had planned.

The main objective of this research is to propose a group device that makes it possible to identify the psychic effects that motherhood has brought to the lives of women. To achieve this objective, it will be necessary to carry out a historical review of motherhood in the Mexican context, as well as to problematize the implications that motherhood has in the lives of women. Taking this into account, it will be possible to analyze the proposals of psychoanalysts such as Freud and Lacan, who made great contributions in their areas thanks to their work with women.

The different proposals of psychoanalysts, psychologists, sociologists, philosophers, anthropologists, among other experts, were analyzed from a qualitative methodology that would allow understanding the contexts in which they wrote their works, as well as the current relevance they have with respect to the topic of motherhood.

Finally, it is concluded that, despite the multiple advances in the field of human rights and public

policies, many of the misogynist and oppressive practices towards women that were implemented even before the arrival of the Spaniards are still in force. However, the recognition of unpaid work, as well as the double and triple work shifts performed by women, needs to be urgently debated, since they are some of the factors that put women's physical and mental health at risk.

Keywords

Motherhood, women's health, psychic effects

Introducción

La comprensión de los efectos de la maternidad en el psiquismo de las mujeres resulta necesaria en un contexto posmoderno y cambiante en el que la maternidad se experimenta de diversas formas en la vida de las mujeres que la ejercen. Es respecto a esta temática que nos interesa profundizar en esta investigación, ya que, ha sido un factor determinante en la organización de las rutinas de las mujeres, y la mayoría de las veces, es el eje central en sus vidas (Reid, 2019).

En el presente proyecto, se propondrá un taller que tiene como objetivo reflexionar acerca de la maternidad, así como identificar los efectos que esta tiene en el psiquismo de las mujeres. Teniendo en cuenta lo anterior, vale la pena mencionar que el psicoanálisis propuesto por Sigmund Freud y los estudios de género serán los principales hilos conductores para profundizar respecto a la maternidad.

Para esta investigación se tomó como punto de partida una revisión histórica de las aportaciones de las principales autoras que se han dedicado a ejercer y estudiar el psicoanálisis desde la época de Freud hasta la actualidad. Además de realizar un recorrido histórico de la maternidad en lo que hoy es México. Al mismo tiempo, se intentó dar cuenta del impacto social y psíquico que han tenido los diferentes eventos históricos en la forma en que las mujeres ejercen su maternidad.

Finalmente se presentará el panorama actual de la salud mental materna en México y la situación en la que actualmente las mujeres mexicanas viven sus maternidades.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENAID), realizada mediante el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en Latinoamérica, la maternidad es un elemento sumamente valorado en la vida de las mujeres. Un claro ejemplo de ello es México, país donde en 2018 únicamente el 8.3% de las mujeres en edades entre los 45 y 54 años no habían tenido un hijo/a, datos recopilados a su vez por el Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES, 2020). Es decir que el 91.7% de las mujeres mexicanas en edad reproductiva habían sido madres antes del conteo del 2018.

Algunos de los resultados que vale la pena señalar son, por ejemplo, que el 63.9% de las mujeres que fueron madres también reportaron haber tenido más hijas e hijos de los que deseaban (INEGI, 2018). Esto último a pesar de que los métodos anticonceptivos y la educación sexual han tenido una mayor difusión en los últimos años.

a pesar de que en México se han realizado campañas en favor de la salud mental materna, los avances han sido insuficientes. Lo anterior debido en parte a que no todas las mujeres tienen acceso a los servicios de salud públicos y privados.

Además, en nuestro país la atención sistemática a la salud mental en general, y a la salud mental perinatal en particular, son áreas con poca o nula atención por parte de los servicios de salud que provee el estado (Lara, 2019).

Debido a lo anterior, resulta necesario un enfoque integral en el sistema de salud que incluya una perspectiva de género, pues vale la pena tomar en cuenta cómo la desigualdad entre hombres y mujeres influye negativamente y de manera importante en la salud de las mujeres (Ramos, 2014). En este orden de ideas, resulta significativo tener en cuenta los factores que afectan considerablemente la salud de las mujeres, tales como la falta de recursos para cubrir sus necesidades básicas y las dobles o triples jornadas de trabajo que incluyen actividades no remuneradas como lo son el trabajo doméstico y de cuidados.

La importancia de esta investigación radica principalmente en analizar los factores sociales que tienen repercusión en el psiquismo de las mujeres y a su vez, en su salud física y psíquica, especialmente de aquellas mujeres que son o han sido madres (Lara, Navarrete, Nieto y Berenzon, 2014), por lo que, a lo largo del presente trabajo se ahondará en las investigaciones que se han hecho en México al respecto. Esta información concuerda con los datos obtenidos en los estudios del Centro Nacional de Salud Poblacional (CISP) que, a su vez, se vieron reflejados en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición realizada en 2012.

Metodología

La presente propuesta se trata de una investigación de tipo cualitativa, ya que, se recopilará información directa de las mujeres participantes. Resulta pertinente dicho modelo, pues la investigación cualitativa permite responder a los objetivos planteados en este trabajo de investigación. Cabe mencionar, además, que la investigación cualitativa tiene como finalidad explicar y comprender los significados subjetivos grupales o individuales, así como las interacciones de las personas con quienes se trabajará (Álvarez- Gayou, 2003).

Para comprender mejor las experiencias de las mujeres participantes, será necesario trabajar desde un marco feminista y de los estudios de género. Resultará menester abordar la construcción social del ser mujer y para el caso específico de esta investigación, las implicaciones que la maternidad tiene en el desarrollo psíquico y social de las mujeres.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta necesario mencionar que se trabajará desde la fenomenología como marco referencial interpretativo. Principalmente debido a la necesidad de que sea posible centrarse en las experiencias personales de las mujeres con respecto a la maternidad y cómo los factores de temporalidad, espacialidad, corporalidad y relacionalidad han influido considerablemente en estas experiencias.

Se analizarán los testimonios de las mujeres participantes en el taller de maternidades, esto mediante sesiones grupales previamente organizadas. Así, el discurso de las mujeres, sumado a las propuestas de la teoría psicoanalítica serán elementos útiles para dar cuenta del proceso que implica ser madre en la sociedad actual. De modo que, uno de los propósitos del taller será permitirles a las mujeres verbalizar lo que han callado por algún tiempo.

Para realizar esta investigación es necesario tener en cuenta los protocolos necesarios y las consideraciones éticas establecidos en la Guía General para aprobación de protocolos por parte del Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la UAQ, así como el proceso para obtener el consentimiento informado de cada una de las participantes. Además de garantizar a las participantes que las experiencias que compartan a lo largo de las sesiones serán únicamente utilizadas con fines de esta investigación y que en ningún momento se revelará su identidad.

Las mujeres que formen parte del taller de maternidades podrán retirarse del proyecto en el momento en el que lo deseen y estarán en todo su derecho de no responder las preguntas que les causen algún tipo de incomodidad.

El taller constará de cinco sesiones con una duración aproximada de 90 a 120 minutos. En cada sesión se abordarán con las mujeres diferentes temáticas relacionadas con las experiencias de ser madres y cómo esto ha impactado en otros ámbitos de sus vidas, tales como en lo social, lo psíquico y lo sexual, por mencionar algunos.

Un taller de maternidades resulta pertinente en un contexto en el que ser madre y realizar trabajo no remunerado representa un tercio del tiempo de las mujeres (Wittig, 2006). Una de las principales herramientas para la organización del taller, será el dispositivo grupal, pues mediante este será posible no sólo crear acuerdos entre las participantes y la coordinadora, sino que permitirá profundizar en las experiencias personales que las mujeres han tenido a lo largo de su infancia y adolescencia, mismas que son fundamentales para comprender de qué forma experimentan ser mujeres y ser madres en los espacios que habitan.

La estructura del taller comparte elementos con la terapia de grupo de cohorte psicoanalítico, de forma que no sólo se abordarán los temas establecidos en

cada sesión, sino que será posible escuchar las dudas y demandas de las mujeres que participen en este grupo. Para Fernández (1989), los grupos no son lo grupal, por lo que la autora se cuestiona acerca de la construcción epistémica que posibilita lo grupal. También se pregunta por la demanda sociohistórica a la que responden los grupos. En el caso del taller de maternidades, será pertinente definir las características del dispositivo grupal con base en las necesidades de las mujeres que participen en él, así como de los temas que se abordarán a lo largo de las sesiones.

Resultados

La maternidad de las mujeres mexicanas sigue siendo un fenómeno necesario de analizar por diferentes razones, las más problemáticas están relacionadas con el aumento en la tasa de natalidad, así como la temprana edad en la que las adolescentes se convierten en madres. Otro de los factores que necesario de estudiar es el bajo uso de métodos anticonceptivos y cómo estos no son utilizados para postergar la maternidad, sino para espaciar los embarazos. Lo que, a su vez, trae como resultado que las mujeres tengan más hijas e hijos de los que habían planeado, esta situación pone en riesgo su calidad y esperanza de vida.

Por otra parte, dentro del recorrido teórico realizado, es posible ubicar los diferentes tipos de violencias; física, psicológica, sexual, económica, entre otras que han tenido que vivir las mujeres que son madres en México y el resto de Latinoamérica y cómo esto repercute directamente en su salud física y mental. Resulta necesario nombrar todas estas violencias para comprender cuáles son algunos de los factores sociales que impactan directamente en la salud mental de las mujeres que son madres en México.

Uno de los principales padecimientos que dan como resultado estas situaciones de violencia es la depresión, mismo que ocupan el cuarto lugar entre las cinco principales causas de años de vida perdidos en las mujeres mexicanas.

Las investigaciones presentadas en este trabajo dejan en claro que uno de los principales factores asociados a la depresión es ser mujer, en especial si se es jefa de familia o si realiza trabajo no remunerado como lo son las labores del hogar y el cuidado de familiares enfermos.

Discusión y conclusiones

A lo largo de este trabajo se problematizó también el papel de la maternidad en la vida de las mujeres, así como los impedimentos sociales para que se desarrollen como sujetos plenos. Con base en los argumentos presentados en esta investigación, es posible notar que no existen estudios ni investigaciones sobre los impactos psíquicos de la maternidad en México, así como datos duros sobre la salud mental materna.

A pesar de que se destina un día para la concientización de este aspecto de la salud de las mujeres, siguen sin existir políticas públicas encaminadas a la salud mental de las mujeres.

Teniendo en cuenta que 91.7% de las mujeres en México son madres, esto representa a un gran sector de la población sumamente abandonado. Así que, es cada vez más evidente la necesidad de crear espacios de prevención en salud mental y la atención integral a la salud que acompañe a las mujeres que son madres, pues no existen espacios de escucha ni de acompañamiento públicos ni institucionales que atiendan a las mujeres que son madres.

Aunque en México existen Institutos municipales y Estatales de las mujeres, en estos espacios se cuenta con personal que acompaña sólo en situaciones de peligro o violencia extrema.

El trabajo de ser madres y la carga mental que implica, así como la exigencia social de responder a niveles muy altos, la culpa por no ser una buena madre en un contexto en el que el 40% de los padres han abandonado a sus hijas e hijos son factores que afectan directamente la salud de las mexicanas.

De modo que, resulta sumamente necesario que las mujeres que son madres identifiquen los factores externos como la carga excesiva de trabajo, las dobles y triples jornadas, las implicaciones de cuidar 24/7 de un nuevo ser, así como los factores internos; experiencias a lo largo de sus vidas, depresión posparto, ansiedad, entre otras. Y cómo estos factores están intrínsecamente relacionados.

No obstante, resulta menester observar cómo algunas de las violencias que viven las mujeres que son

madres no desaparecen, sino que, van cambiando de acuerdo con el contexto en el que ellas se desarrollan. Así que, mediante un proceso grupal y personal, será posible nombrar algunos de estos malestares y violencias para ponerlos en palabras, por lo que, es necesario crear ambientes grupales e individuales que les permitan denunciar sus sentires y vivencias sintiéndose acompañadas y que no todo es su responsabilidad.

Por último, es cabe mencionar que esta investigación pretende mostrar una parte del panorama actual de la maternidad en México y de las implicaciones que esta conlleva. A pesar de que es un tema con muchas aristas y algunos aspectos no fueron abordados dentro de artículo. Vale la pena hacer hincapié en la importancia de continuar profundizando y cuestionando todo lo que atraviesa a la maternidad y a la vida de las mujeres que la transitan.

Referencias

Alejandre, G. y Torres, E. (2016). El primer congreso feminista de Yucatán 1916. El camino a la legislación del sufragio y reconocimiento de ciudadanía a las mujeres. Construcción y tropiezos. Estudios Políticos, 9(39), 58–89. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16162016000300059&lng=es&tlng=es.

Alkolombre, P. (2004). Psicoanálisis y género: Convergencias y diferencias. Psicoanálisis y Relaciones de Género, 1–10. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10503705

Álvarez- Gayou, J. (2003). ¿Cómo hacer investigación cualitativa? Fundamentos y metodología. Paidós.

Archivo General de la Nación. (21 de noviembre de 2019). #JuiciosAGN Concepciones sobre la maternidad adoptadas desde la Nueva España. https://www.gob.mx/agn/articulos/juiciosagn-concepciones-sobre-la-maternidad-adoptadas-desde-la-nueva-espana

Archivo General de la Nación. (29 de abril de 2022). El matrimonio como estrategia social en la Nueva España. https://www.gob.mx/agn/articulos/contratos-matrimoniales-en-la-nueva-espana-a-el-matrimonio-como-estrategia-social-en-la-nueva-espana

Aulagnier, P. (2007). Qué deseo de qué hijo. Revista de psicoterapia y psicosomática, 37(95), 11-17.

Ávila, Y. (2004). Desarmar el modelo mujer = madre. Debate feminista, (30), 35-54.

Badinter, E. (1990). ¿Existe el amor maternal? Paidós.

Badinter, E. (2012). La mujer y la madre. La esfera de los libros.

Barrantes y Cubero (2014). La maternidad como un constructo social determinante en el rol de la feminidad. Revista Wimb Lu, 9(1), 29-42.

Berenzon, S., Galván, J., Saavedra, N., Bernal, P., Mellor, L., & 4 Tiburcio, M. (2014). Exploración del malestar emocional expresado por mujeres que acuden a centros de atención primaria de la Ciudad de México. Un estudio cualitativo. Salud Mental, 37(4), 313–319.

Berenzon, S., Saavedra, N., & Galván, J. (2018). Contextos y desafíos para la atención de la salud mental en el primer nivel. Una aproximación socioecológica. Salud Publica de México, 60(2), 184–191. https://doi.org/10.21149/8673

Ferguson, A. (2003). Psicoanálisis y feminismo. Anuario de psicología, 34(2), 163-176.

Fernández, A. (1989). El campo grupal. Notas para una genealogía. Nueva Visión.

Fernández, A. (1996). De eso no se escucha: El género en psicoanálisis. En M. Burin & E. Dio Bleichmar (Eds.), Género, psicoanálisis y subjetividad (pp. 140–175). Paidós.

Fernández y Manassero (2008). Estudios de género y Feminismo. Algunas reflexiones sobre su dimensión política. Páginas de la Escuela de Ciencias de la Educación, 1(6), 47-66.

Ferrari, M., Rivera, A., Morandé, G., y Salido, G. (2000). Las aportaciones de los grupos de autoayuda a la salud mental. Clínica y Salud, 11(2), 231–256.

González, J. (1999). Psicoterapia de grupos: Teoría y técnica a partir de diferentes escuelas psicológicas. Manual Moderno.

INEGI. (2018). Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2018 (ENAID, 2018). Encuesta Nacional de La Dinámica Demográfica 2018, (6), http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8

INMUJERES. (2020). Una mirada a la maternidad en México. http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/BA6N06%20VoBo%20200720.pdf

Instituto Nacional de Salud Pública. (2020). Analizan la depresión posparto y la depresión materna en México. https://www.insp.mx/avisos/4137-depresion-posparto-mx.html

Klein, A. (2016). Las políticas de salud mental en México para niños, adultos y ancianos: mucho por hacer, mucho más por reflexionar. O Social Em Questão, 19(36), 89–104. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552264396004

Lara, M. (2019). 1° de mayo Día mundial de la salud materna. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de La Fuente Muñiz. https://www.inprf.gob.mx/ensenanzanew/info_cursos/2019/sm_materna_2019.pdf

Lara, M., Navarrete, L., Nieto, L., y Berenzon, S. (2014). Acceptability and barriers to treatment for perinatal depression Acceptability and barriers to treatment for perinatal depression. An exploratory study in Mexican women. Salud Mental, 37(4), 293–301.

Leal, M. (2019). Tamizaje de síntomas depresivos postparto en madres adolescentes mexicanas y factores de riesgo asociados. Universidad Autónoma de Nuevo León. http://eprints.uanl.mx/id/eprint/17445

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2021, 10 de febrero). La pandemia del COVID-19 generó un retroceso de más de una década en los niveles de participación laboral de las mujeres en la región. https://www.cepal.org/es/comunicados/la-pandemia-covid-19-genero-un-retroceso-mas-decada-niveles-participacion-laboral

Ramos-Lira, L. (2014). ¿Por qué hablar de género y salud mental? Salud Mental 37(4), 275-281. https://doi.org/10.17711/sm.0185-3325.2014.032

Reid, G. (2019). Maternidades en tiempo de des(e)obediencias. Novedades Educativas.

Villalobos, A., Hubert, C., Hernández-Serrato, M. I., de la Vara-Salazar, E., Suárez-López, L., Romero-Martínez, M., Ávila-Burgos, L., y Barrientos, T. (2019). Maternidad en la adolescencia en localidades menores de 100 000 habitantes en las primeras décadas del milenio. Salud Publica de México, 61(6), 742–752. https://doi.org/10.21149/10553

Vivas, E. (2022). Mamá desobediente: Una mirada feminista a la maternidad. Godot.

Actitudes de rechazo estudiantiles en un telebachillerato comunitario

Diana Olmedo Lepure, Lic. en Lenguas Modernas-Español. Dr. Luis Rodolfo Ibarra Rivas, asesor. arete66@hotmail.com, libar@uaq.mx

Resumen

Mi intención inicial fue investigar las actitudes de rechazo hacia el estudio que mostraron mis estudiantes durante el proceso de aprendizaje realizado en el aula. Mis objetivos consistieron en describir, interpretar y explicar cómo las actitudes estudiantiles de rechazo hacia sus procesos socio-educativos, fueron resultado de múltiples circunstancias que los orillaron a abandonar sus estudios. También fue describir, interpretar y explicar las representaciones sociales (a futuro RsSs) estudiantiles sobre diversas circunstancias vividas en los procesos socio-educativos, que los condujeron al abandono escolar.

El método utilizado fue el fenomenológico-hermenéutico, así como la metodología social del *tipo ideal* de Max Weber, apoyándome, así mismo, en teorías sobre educación, aprendizaje y representaciones sociales.

Los resultados muestran diferencias entre RsSs docentes y estudiantiles y la colisión entre ambas, lo que contribuyó a comprender el abandono escolar de estudiantes. De igual manera, se explica el maltrato entre los mismos estudiantes (*bullying*) y la violencia institucional que estos vivieron.

Las conclusiones fueron múltiples debido a la complejidad del fenómeno investigado. El rechazo mostrado por los estudiantes no se debió solo a los procesos socio-educativos, sino también a RsSs de alumnos y maestros. Los primeros valoraron de manera honesta los aprendizajes obtenidos. Para los segundos, existe todo un tema sobre la violencia institucional, laboral y social que padecen de manera recurrente y que permea sus prácticas educativas, sus sentires y valoraciones respecto a su propio trabajo y hacia el servicio que ofrecen.

Palabras clave: representaciones sociales, aprendizaje, educación, estudiantes, docentes.

Summary

My initial intention was to investigate the attitudes of rejection towards the study that my students showed during the learning process carried out in the classroom. My objectives were: to describe, interpret and explain how student attitudes of rejection towards their socio-educational processes were the result of multiple circumstances that led them to abandon their studies. It was also to describe, interpret and explain the social representations (in the future RsSs) of students about various circumstances experienced in the socio-educational processes, which led them to drop out of school.

The theories were about education, learning and social representations. The method used was the phenomenological-hermeneutical, as well as the social methodology of Max Weber's ideal type.

The results show differences between teacher and student RsSs and the collision between both, which contributed to understanding student dropout. Likewise, the mistreatment among the students themselves (bullying) and the institutional violence that they experienced are explained.

The conclusions were multiple due to the complexity of the phenomenon investigated. The rejection

shown by the students was not only due to the socio-educational processes, but also to RsSs of students and teachers. The former honestly valued the learning obtained. For the latter, there is a whole issue about the institutional, work and social violence that they suffer recurrently and that permeates their educational practices, their feelings and evaluations regarding their own work and the service they offer.

Key Words: Social Representations, Learning, Education, Students, Teachers

Introducción

Una situación observada, durante el inicio de un nuevo ciclo escolar, fue lo que motivó este trabajo de investigación. Mi interés fue investigar qué era lo que había sucedido en el salón de clase con los estudiantes. Por lo que, en mi investigación para entender y comprender qué había causado este resultado, me aboqué a determinar, primero que nada, las circunstancias que existieron en la situación observada.

Estas fueron dos: las actitudes de los estudiantes y su relación con el aprendizaje en el aula. Esta investigación pretendió exponer las múltiples circunstancias vivenciales que rodearon al alumno y, a partir de allí, lograr una comprensión profunda de las probables causas que influyeron en la adopción de determinadas conductas y actitudes, perjudiciales para el mismo alumno.

Las actitudes que presencié en los estudiantes y que me motivaron a realizar esta investigación, consistieron en: gestos de apatía en sus rostros y postura del cuerpo; desinterés reflejado en la escasa participación durante la sesión escolar; salidas continuas al baño, uso del aparato celular para divertimento durante la clase y algunas otras expresiones de posible rechazo que, quizá, se tradujeron en comportamientos desafiantes, cuando, ante alguna llamada de atención del maestro, se levantaban de sus asientos para salirse del aula con expresión de triunfo en el rostro. Dormir en el aula, apoyando la cabeza en la paleta de su butaca, ausentismo y altos índices de bajo rendimiento escolar; incumplimiento de tareas y, en algunos casos, la creación de un ambiente tenso dentro del aula cuando se negaban a efectuar alguna tarea que el docente les había solicitado, eran otras actitudes manifiestas de rechazo.

Este periodo fue especial porque, desde el inicio del ciclo escolar, se notaron en los jóvenes estas actitudes, más agresivas y desafiantes por los modos, la intensidad y la frecuencia con que se manifestaban y que volvía el ambiente en el salón de clases particularmente difícil. La localidad donde está ubicada la institución es pequeña, con menos de 2,500 habitantes y cuyo plantel escolar capta a jóvenes estudiantes de varias localidades aledañas a ésta: La Cañada, La Barreta, Buenavista, Puente de Gallo, Cerro de la Cruz, La Estancia, Loma del Chino y otras. De tal forma que, la matrícula de estudiantes conformada para el semestre indicado, pertenecían, en su mayoría, a alguno de estos lugares. Conociendo la situación, los profesores y yo decidimos implementar nuevas estrategias para subsanar las dificultades que se presentaban. Para crear estas nuevas estrategias, realizamos reuniones y expusimos los hechos dialogando sobre lo que debería hacerse.

Estas consistieron en generar un acercamiento afectivo con los jóvenes y ofrecerles opciones sobre la manera de trabajar, los temas a elegir y las formas de ser evaluados. Es decir, permitirles elegir lo que consideraran académicamente más conveniente para ellos, de tal manera que las exigencias escolares se ajustaran a la situación que se estaba viviendo.

A pesar de estos esfuerzos, se constató que los estudiantes empezaron a dejar de asistir a clases, de manera aleatoria y asincrónica, hasta que, finalmente, se les dio de baja (con opción de regresar el siguiente ciclo escolar si así lo deseaban), a pesar de los esfuerzos realizados por nosotros los

profesores, al intentar convencer a los padres de familia de que sus hijos retornaran a la escuela. El porcentaje de matrícula de alumnos de primer semestre que abandonaron el plantel fue del 80%.

Objetivos

Los objetivos a los que pretendí dar respuesta con esta investigación consistieron en: describir, interpretar y explicar cómo las actitudes estudiantiles de rechazo hacia sus procesos socio-educativos, fueron el resultado de múltiples circunstancias que los orillaron a abandonar sus estudios. Seguidamente: describir, interpretar y explicar las RsSs estudiantiles sobre diversas circunstancias vividas en los procesos socio-educativos, que los condujeron al abandono escolar.

Antecedentes

Para dar respuesta a mis objetivos, realicé una investigación bibliográfica que me llevó a conocer una gran cantidad de investigadores que abordaron conceptos fundamentales de mi investigación desde varios aspectos: teorías del aprendizaje, un enfoque sociolingüístico, otro enfoque político-económico-histórico y un último, el enfoque afectivo, entre otros. A continuación, expongo algunas muestras.

Correa, Abarca, Baños y Aorca (2019), en su artículo Actitud y aptitud en el proceso de aprendizaje, definen la actitud como "el comportamiento de un individuo para realizar actividades, sea en su forma de ser o de actuar"; así mismo, indican que "al hablar de actitud, se necesita un objeto, ya sea material o una idea (colectiva o social) hacia el cual dirigir nuestra actitud" (pp 1-2).

González y Pons (2011), en su artículo El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación, reconocen que, para Piaget, el proceso de construcción del conocimiento en el individuo, primero se da de manera individual, a través de las representaciones del mundo que ha ido construyendo el sujeto. "El aprendizaje es, por tanto, un proceso interno que permite relacionar la nueva información con las representaciones preexistentes, lo que da lugar a la revisión, modificación, reorganización y diferenciación de esas representaciones" (p. 7). Guiados, por supuesto, por la interacción con otras personas.

Otros autores investigan la dinámica que se gesta diariamente en el aula, entre alumnos y maestros(as), desde la interacción sociolingüística, por las estructuras de participación y reglas de uso que se ponen en juego. Rockwell (2006), en su artículo titulado Resistencia en el aula, entre el fracaso y la indignación, comenta, *grosso modo*, que existe una asimetría del poder en este espacio social, donde el maestro cuenta con ciertos privilegios, por ejemplo, al tomar la palabra y ser quien lleve la dirección de la clase, lo que podría, según la autora, realzar diferencias culturales en la comunicación con los alumnos y mostrar estos, actitudes o gestos como no establecer contacto visual con el interlocutor o a hablar frente a la clase.

Algunos autores, explican el fenómeno desde la postura económica-política, como Giroux (1986) cuando afirma que las escuelas son instituciones reproductoras de la ideología dominante, tanto del Estado como de grupos de poder (empresarios, personas acaudaladas) y que este hecho no pasa desapercibido para los estudiantes, al ser ellos los afectados directamente por dichas políticas, lo que da como resultado, cierta resistencia de su parte al sistema educativo y a la institución en sí.

Un último investigador que se ha dedicado con denuedo a señalar la importancia del desarrollo de una afectividad en la relación maestro-alumno, es Ibarra (2017) en su artículo Afectividad, educación y utopía. Una perspectiva socio-antropológica, donde comenta que "los maestros pocas veces reflexionan sobre si generan sentimientos o emociones en el estudiante durante este proceso y cuáles son estos.

Tampoco, sobre si ellos pudieran estar influyendo en las actitudes estudiantiles en el aula de clase" (pp 4-6).

Sentimientos y emociones positivas pudieran ser catalizadores de un proceso dentro del aula que cree un diálogo armónico y participativo con resultados significativos para ambos. Sentimientos y emociones negativos realzarían, posiblemente, actitudes hostiles o desafiantes de los jóvenes hacia la clase y el maestro.

Marco teórico

En lo que respecta a la fundamentación teórica, la constituyeron dos psicólogos, uno de lo social, Sergei Moscovici y otro educativo, Leontiv Vygotski. Además, para robustecer el análisis, expongo teorías epistemológicas, ontológicas y axiológicas que ayudaron a complejizar el fenómeno investigado.

La teoría de las representaciones sociales de Sergei Moscovici, es analizada por Martín Mora en su artículo La teoría de las representaciones sociales de Sergei Moscovici (2002), donde expone los conceptos clave del psicólogo francés. La teoría de corte psico-social, refiere cómo las ideas, opiniones, pensamientos, creencias y costumbres, en suma, sentido común, van conformando lo que denomina representaciones sociales. Este sentido común es compartido en determinado grupo (lo que se escucha, lo que se habla), de modo que, la interacción comunicativa entre los individuos de un grupo social es la base y el todo para que una representación social se genere, se establezca y se transmita.

Dicha teoría tiene como función explicarnos la realidad de una manera asequible, entendible. En la RsSs, el individuo construye una imagen mental que represente el objeto o figura motivo de su ocupación y, a través de diversos procesos de abstracción del objeto, el sujeto le dará alguna valoración, puede ser tanto positiva como negativa, por lo que se formará un punto de vista sobre dicha cosa, tomará una postura respecto a este y mostrará una actitud (favorable o desfavorable, de aceptación o de rechazo) hacia la representación. Es desde esta teoría que quise investigar las actitudes de los estudiantes.

Respecto al aprendizaje que tuvieron los estudiantes de mi investigación, elegí a otro psicólogo, L. Vygotski, con su teoría socio-cultural histórica. Esta la analiza Chaves (2001), y comenta que, para el psicólogo ruso, el sujeto conoce al objeto a través de la dialéctica marxista, donde el sujeto actúa sobre el objeto mediado por la actividad social, transformándolo y transformándose a sí mismo; el conocimiento y el ejercicio práctico de este se ayudan de instrumentos socioculturales, como el lenguaje y los signos. Es así que, para Vygotski, se desarrollan los procesos psicológicos superiores en los niños.

De ahí parte el concepto de ZDP (Zona de Desarrollo Próximo), el de mediación y andamiaje, así como el del ámbito social; conceptos que contribuyeron a interpretar y explicar el aspecto de los aprendizajes obtenidos por mis alumnos.

El racimo de teorías ontológicas, axiológicas y epistemológicas que coadyuvaron al sustento de la parte teórica, en su mayoría consistieron en analizar la realidad y mostrar su complejidad debido a la combinación de relaciones entre actores, circunstancias, tiempos, interpretaciones e interacciones generadas entre los individuos, y la institución escolar y familiar. La percepción de una situación nos coloca en una relatividad temporal, vista desde ángulos diferentes y ópticas igual de diferentes, por lo que la interpretación de dicho suceso, sería distinta también por la valoración emocional que se le imprimiera.

Metodología

La metodología a seguir consistió en la descripción de las fases que constituyeron esta investigación: una breve descripción del método fenomenológico-hermenéutico de Max Van Manen (1997) y el de *tipos ideales* de Max Weber (2012); las técnicas de investigación seleccionadas; la selección de la población y de los informantes; los instrumentos que se elaboraron para la obtención de la información, así como la descripción del procedimiento completo al aplicar el pilotaje, las entrevistas, el análisis de la información y, por último, la nomenclatura con la que se identificaron los informantes.

El método fenomenológico-hermenéutico, propone la descripción e interpretación de las estructuras esenciales de la experiencia vivida, así como el reconocimiento del significado e importancia pedagógica de esta experiencia.

La metodología del *tipo ideal* de Max Weber, hace posible comprender fenómenos sociales o históricos concretos, a través de la comparación entre el tipo ideal y el fenómeno concreto, para construir, a partir de ellos, hipótesis explicativas de corte individual. Lo que contribuyó a construir *tendencias*, aquellos aspectos que más llamaron mi atención y que mostraron más consistencia de sentido. Todo ello para contrastar la imagen real con la ideal, sobre las representaciones que los estudiantes de mi investigación tenían sobre algunas figuras educativas.

Resultados

Al analizar los datos obtenidos, constaté que las actitudes del maestro hacia el alumno tuvieron un gran peso, mucho más que otras actitudes analizadas, para que los estudiantes abandonaran sus estudios. Ofrezco algunas muestras:

<Creo que sí, cuando nos regañaban y que los maestros nos decían que éramos unos mediocres o así>. <Es que se supone que nos deben de apoyar, no de decirnos, o sea, no bajarnos nuestra autoestima y creo que fue, creo que muchas veces muchos alumnos nos salimos a lo mejor por eso>.

<Hubo muchas veces en que a algunos de nosotros nos rompió las hojas de trabajo y decía esto no es así y lo rompía y lo echaba al bote, porque sí nos molestaba, por qué lo está rompiendo si yo estoy haciendo mi trabajo […] yo recuerdo que fueron como unas tres o cuatro veces mínimo con algunos alumnos […] pero sí era un factor, yo creo, para que muchos nos saliéramos o no pasáramos>.

<El maestro de matemáticas siempre fue difícil, porque el maestro era muy prepotente, siempre nos llamaba mediocres cuando algo no le gustaba>. <Me sentí mal por cada uno de sus comentarios (los del maestro y los de los compañeros), en ese tiempo yo no estaba bien emocionalmente y ni ellos ni el maestro me ayudaban, por eso mismo decidí salirme>.

Por los testimonios, algunos alumnos se mostraron confundidos con la manera en que el docente impartía su clase, ya que este llegó a expresar cierto sarcasmo en sus respuestas a las preguntas de los estudiantes. <Si alguien quería opinar sobre el tema y, por ejemplo, decía la respuesta, el maestro, no sé si era con sarcasmo o qué, decía: a poco tú ya sabes, a poco tú eres el maestro, a poco tú ya sabes más que yo>.

La actitud de algunos maestros y maestras del plantel hacia el estudiante, fueron configurando poco a poco en ellos, la idea de abandonar sus estudios. De esta forma, se fue tejiendo una red de actitudes de rechazo al ser tratados, conforme a sus valoraciones, injustamente y haber recibido malos tratos por parte de los docentes, que, sumados todos ellos a las circunstancias que vivían los jóvenes en su vida diaria, además de los procesos delicados del desarrollo humano en el que en esos momentos se encontraban, orientaron de alguna manera la decisión tomada por los estudiantes.

Aunque el análisis de esta actitud no fue la única que se estudió, como se dijo con anterioridad, sí fue un

hecho sorpresivo para mí los resultados que encontré, ya que, al plantearme las preguntas de investigación y los objetivos que formulé, derivadas de las actitudes que observé en mis estudiantes al inicio del ciclo escolar, no pensé que esta actitud fuera a adquirir tal relevancia. Otras actitudes que se analizaron, por ejemplo, hacia el turno escolar, las materias, los aprendizajes obtenidos o la relación entre sus pares, entre otros, dejaron ver aspectos no tan marcados hacia un rechazo, pero tampoco totalmente deseables. Sobra decir que, para esta RsSs vivida por mis estudiantes, y con desconocimiento de mi parte acerca de lo importante que fue para ellos, al no ser mi intención, no busqué literatura ni investigaciones que trataran sobre este tema, por lo que no se expone aquí algo relacionado con este tópico.

Para otras actitudes analizadas, los resultados corroboraron en gran medida las investigaciones que sustentaron los antecedentes de esta investigación. Lo que se constató con la información recolectada en este trabajo fue que, como lo expresaron Correa, *et. al.* (2019), las actitudes que muestran los sujetos son la expresión de todo un sistema de valores (creencias e ideas, sentimientos y prácticas) que han interiorizado desde la infancia. De ello corroboro que los padres y el estilo de crianza influyen de manera importante para la generación de éstas.

Fue innegable la gran influencia que tuvieron los sistemas familiares y de relaciones sociales cercanos a los alumnos, antes de su ingreso a la institución, ya que éstos los impulsaron en su deseo de seguir con sus estudios y de permanecer dentro de ella. Así mismo, hubo otros estudiantes que no contaron con dicha influencia de ningún modo o la experimentaron de manera adversa. La familia y sistemas cercanos de relaciones, adquirieron entonces, una importancia fundamental para desarrollar en los estudiantes, el deseo, la motivación y la generación en ellos de ideas positivas, favorables y beneficiosas al estudio. De lo contrario, como se confirmó, de no contar con el apoyo, empuje e interés de la familia para proseguir con sus estudios, el deseo de seguir adelante pudo ser escaso o nulo y desertar se convirtió en una alternativa viable.

En el contexto comunitario, en este mundo amplio cohesionado por ideas, creencias, pensamientos y prácticas compartidas en común, existe un maltrato sistemático por parte del Estado que no atiende ni cubre las necesidades y derechos fundamentales de educación. Así mismo, hay un maltrato institucional por parte de la escuela, ya que establece escuelas distintas, menos favorecidas respecto a otras que sí lo son, por ejemplo, el telebachillerato tiene 10 años de conformado y aún no cuenta con edificio propio, tampoco llegan a él materiales de apoyo docente ni estudiantil. También esta condición afecta a los maestros(as) en su labor educativa.

Hay demasiada desigualdad estructural que se perpetúa de formas muy discretas, pero que van quedando de manera importante en estas ideas, creencias y formas de pensar que se comparten entre los miembros de la comunidad. De tal manera que, la escuela termina reproduciendo el maltrato que las familias viven en su contexto social.

Los sujetos evalúan su vida cotidiana, otorgándole un sesgo emocional a cada aspecto de ella; en esta investigación, a sus procesos educativos, donde los actores construyen el significado y el sentido de estos durante sus interacciones en el aula. Para diversos autores, el papel del maestro es determinante para definir ciertas actitudes del estudiante a dichos procesos. En esta investigación, la construcción de significados y sentidos que se dieron dentro del aula escolar, debido al clima que se gestó, fueron perjudiciales y dañinos, por lo que no alentaron una permanencia de los alumnos en la institución. Toda vez que los sesgos emocionales de las partes, se representaron en forma de actitudes hacia las RsSs que tenía el maestro hacia el alumno y viceversa, y las de los alumnos hacia sus propios compañeros. Un ejemplo: <Los maestros que nos tocaron en la secundaria, este, eran muy buenas personas los dos, es que eran esposos los dos y a

todos nos iba muy bien con los dos>. Este alumno, recordaba con agrado a sus maestros de secundaria, contrario a lo que vivió dentro del telebachillerato con los maestros. De ahí las actitudes de rechazo y hostilidad entre estos personajes. En este caso, lo que evocaron ambos actores con sus actitudes no estuvo dirigido hacia el aprendizaje o las materias, por caso, sino a la relación emocional (la falta de respeto hacia sus trabajos escolares y la baja autoestima acentuada por el trato docente) que se desarrolló entre ambos. Expectativas disímiles entre lo que se creía que debería ser y la realidad de lo que se era. Al parecer, ambas fueron irreconciliables.

Andrade-Valle, Facio, Alemán, Flores y Rosales (2018), se inclinan por analizar cómo los hábitos de estudio pueden ser determinantes en las actitudes hacia el aprendizaje. Según los autores, los buenos hábitos de estudio consistirían en saber gestionar su tiempo y espacio, así como la aplicación de técnicas y métodos concretos para estudiar. De no crearse dichos hábitos, podría desarrollarse una actitud negativa ante el aprendizaje y el rendimiento escolar, entre otros. En suma, las actitudes tienen una correlación directa con los hábitos de estudio.

Es muy probable que los alumnos que abandonaron la escuela, no hayan contado con hábitos de estudio sólidos, lo cual es muy importante para mantener actitudes positivas que los hubieran llevado a mostrar un buen desempeño académico y, por ende, a seguir avanzando en sus estudios.

En suma, mostraron actitudes negativas que, como ya sabemos, se dieron por las RsSs confrontadas entre los actores del proceso educativo, lo que llevó a los alumnos, posiblemente, a no desarrollar interés por adquirir nuevas habilidades ni nuevas técnicas de estudio, acotando, así, sus oportunidades de permanecer en la escuela. Una muestra: <Creo que sí, cuando nos regañaban y que los maestros nos decían que éramos unos mediocres o así>

Para Hernández, Gómez, Maltes, Quintana, Muñoz, Toledo, Riquelme, Henríquez, Zelada y Pérez (2011), el aprendizaje escolar consistiría en una predisposición a aprender que, si se concretara, permitiría a los estudiantes ser críticos con su propio proceso de aprendizaje y valorar este como parte de su desarrollo personal. El escaso deseo de desarrollar nuevas habilidades u otras técnicas de estudio, probablemente, también se vio reflejado en la poca capacidad autocrítica que llegaron a desarrollar los estudiantes en el tiempo de permanencia en la institución. Una muestra: <Abandoné la escuela porque ya no me gustó el estudio y para demostrarle a varias personas, que no solamente estudiando te puede ir bien en la vida. No me arrepiento de haberme salido porque no tenía mucho tiempo que había entrado>.

Ello nos muestra que, la predisposición por aprender, desarrollar buenos hábitos de estudio y una capacidad de autocrítica para gestionar sus aprendizajes como parte de su proceso educativo, no formaron parte de su plan personal de estudios.

La información obtenida con los datos de esta investigación, se sustentan con varias de estas teorías y con las teorías de apoyo que fundamentaron el análisis de este trabajo. La primera, corrobora la importancia de los diferentes sistemas sociales en los que los estudiantes se han desarrollado y participado activamente de manera bio-psico-socialmente, y de donde provienen las ideas, creencias, opiniones y pensamientos hacia las diversas figuras que conforman su mundo. Seguidamente, la teoría de las representaciones sociales (RsSs) de Sergei Moscovici y la socio-cultural, corroboran que el individuo se desarrolla física, psicológica y emocionalmente bajo unas ideas, creencias, opiniones y pensamientos (RsSs) adquiridas en su entorno más cercano y ampliadas por sus diferentes redes de relaciones, que orientaron a los jóvenes a valorar de manera positiva o negativa sus procesos socio-educativos y adoptar ciertas actitudes de acuerdo a esta valoración.

Por último, la teoría socio-cultural de Vygotski (Peña y Pérez, 1985) confirma, primeramente, la

labor de la familia como un elemento imprescindible de apoyo y empuje para que el estudiante desee seguir con sus estudios; por lo que el ámbito familiar se convierte en el mediador inicial que proporciona el primer andamiaje para impulsar al joven a aspirar a una vida mejor a través de la educación formal. Una vez en la escuela, los maestros nos deberíamos convertir en esos mediadores que construimos el andamiaje, cuya función consiste en proveer de las herramientas y mecanismos necesarios a los alumnos, para llevarlos, en un ascenso constante de sus procesos educativos, hacia otros niveles de desarrollo cognitivo y de procesos socio-afectivos que les permitiría generar su propia autonomía.

En esta mediación y andamiaje, resultó imprescindible el uso del lenguaje como medio de comunicación para trasmitir las RsSs que estuvieron en juego. Este lenguaje, las más de las veces, no fue expresado de manera verbal, sino a través de estas actitudes y gestos de rechazo (ver el celular, dormir en clase, bostezar, no entregar tareas, etcétera) que acompañaron el actuar de los estudiantes. Podría afirmar que, la comunicación verbal para desvelar y poner sobre la mesa estas representaciones que hicieron mucho daño a los alumnos y hablar sobre ellas para llegar a acuerdos, nunca ocurrió por la razón de que los maestros estuvimos imposibilitados de reconocer el problema y, mucho menos, de saber cómo actuar ante él. Una muestra: <Esta situación nos causó sorpresa al equipo docente, porque, aunque no era la primera vez que ocurría un hecho de esa naturaleza, si lo era que esta vez fuera de tan grandes proporciones. Hubo, en mí y en el equipo de profesores, sentimientos de desesperanza y desmotivación ante lo ocurrido. Finalmente, debo admitir que nuestros esfuerzos fueron insuficientes para modificar las actitudes de los estudiantes y lograr su permanencia, ya que, a pesar de todo, ellos abandonaron la escuela…

<Acaso nuestra insuficiencia se asoció a que, realmente, desconocimos en qué consistieron las circunstancias que llevaron a nuestros estudiantes a asumir, primero, actitudes de rechazo y, después, el abandono escolar>. Luego entonces, no existió un diálogo para confrontar las diferentes RsSs, lo que llevó a una incomprensión total del fenómeno por ambas partes.

Discusión y conclusiones

Es innegable que la realidad vivida dentro del aula escolar fue muy compleja. Quedan por explorar más a fondo las RsSs con las que cuenten maestros-alumnos, para que no haya tanta disparidad y se generen puentes que lleven al diálogo y acuerdos. Así mismo, es preciso exigir a las autoridades competentes, que ofrezcan las mejores condiciones, tanto de infraestructura como de operatividad, para los modelos educativos que crea, ya que, de no ser así, se pone en riesgo la educación de calidad que se pretende alcanzar y, por otro lado, perjudica fuertemente la labor docente, al no contar estos con lo mínimo requerido para realizar su práctica docente. Una muestra, reitero, en la institución no contamos con salones ni un espacio propio para el telebachillerato, tampoco con la herramienta audiovisual prometida; trabajamos en instalaciones prestadas de la escuela telesecundaria.

Con este trabajo, Intenté mostrar una realidad que, muy posiblemente, se viva dentro del aula de clase de manera cotidiana, ante la cual, pocos maestros(as) conocen cómo afrontar y solucionar. Queda claro que los maestros(as), no solo realizan una labor educativa, donde exclusivamente intentan generar aprendizajes en sus estudiantes, sino que su labor trasciende la simple técnica. Es decir, aprender no es solo un acto mecánico, no es solo *techné* para saber hacer/realizar/elaborar algo; implica humanizar y luego, educar. Humanizamos y educamos cuando logramos que los estudiantes reconozcan que pudieron hacer ciertas cosas o procesos como recapacitar, cambiar pensamientos o comprender lecturas, entre otros.

Por otro lado, existe una violencia simbólica por parte de la institución, que se encarna en los maestros(as), que les otorga ciertos privilegios o ventajas exclusivas a estos, entre ellas, actitudes de poder en perjuicio de los estudiantes, amparados y protegidos por esta entidad que impone ciertos criterios y deseos morales. Dicha violencia se objetiva, se concretiza con las acciones de aquellos que laboran en esta institución, aunque ello no es totalmente atribuible a los maestros, sino a la relación que se establece entre la institución y el maestro. Con violencia institucional entre maestro-alumno me refiero a formas de maltrato de los primeros hacia los segundos, gritos, castigos, etcétera; entre la institución escolar y el maestro, el no contar con infraestructura básica para trabajar; entre alumno-alumno, el maltrato entre ellos mismos, los estereotipos, indiferencia hacia algún otro y machismo.

También rescato las cuestiones entre las relaciones con los pares o compañeros de clase, ya que, si bien se piensa o fomenta la idea de que entrar a estudiar a otra escuela o a otro nivel escolar, ayudará al estudiante a conocer y hacer nuevos amigos, la realidad muchas veces es diferente. También existe violencia entre ellos mismos, física, verbal o psicológica. Un ejemplo: <Al principio el ambiente en clase estaba muy tranquilo, pero pasando los meses se hicieron muy pesados los compañeros>. Otra: <Sí me sentí mal por cada uno de sus comentarios, en ese tiempo yo no estaba bien emocionalmente, y ni ellos ni el maestro me ayudaban, por eso decidí salirme>. En esta última, pude constatar que los estereotipos, el género, y la indiferencia o ignorar a alguien, son los aspectos más violentados por los propios compañeros. Es decir, se siguen reproduciendo representaciones sociales nocivas sobre un mismo objeto (el compañero de clase), provenientes de la misma familia y de su sistema de relaciones, cuyas formas de pensar son compartidas y reproducidas entre la comunidad.

Rescato, así mismo, la representación social que se comparte de manera colectiva entre los habitantes de las comunidades que integran el grueso de nuestra matrícula, respecto a que no se necesita de estudios para sobresalir y tener éxito. La poca valoración que se le da a los estudios académicos y formales en las comunidades, deriva de la creencia originada en una cultura posmoderna: obtener el máximo beneficio, con el mínimo esfuerzo; aunque, también, de una sociedad orientada hacia el progreso tecnológico, necesitada de mano de obra y fuerza de trabajo juvenil, para quienes contar con una educación formal y la inversión de tiempo requerida, no es una elección asequible.

Sería muy deseable y benéfico que el Estado pudiera y quisiera proyectar programas federales o estatales gratuitos, para que los maestros(as) pudieran acceder a cursar posgrados, diplomados o talleres impartidos por reconocidos especialistas en educación, instituciones, organismos o universidades, sin costo o con un muy bajo costo, de modo que fueran accesibles al gremio docente y con la validación apropiada.

Referencias bibliográficas

Andrade, I., Facio, S., Quiroz, A., Alemán, L., Flores, M., y Rosales, M. (2018). Actitud, hábitos de estudio y rendimiento académico: Abordaje desde la teoría de la acción razonada. *Enfermería Universitaria*, 15(4), Pp. 342-351. [fecha de Consulta 25 de septiembre de 2021]. ISSN: 1665-7063. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358758714003

Chaves, S. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vygotski. *Educación* año/vol. 25, número 002. Pp. 59-65 Universidad de Costa Rica.

https://www.redalyc.org/pdf/440/44025206.pdf

Correa, D., Abarca, A., Baños, C., y Aorca, A. (2019). Actitud y aptitud en el proceso de aprendizaje. Cuadernos de educación y desarrollo. *Revista Atlante* Cap. Pp. 1,3,4

https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/06/actitud-aptitud-aprendizaje.html

de Donato, X. (2007). El carácter de los tipos ideales weberianos y su relación con las ciencias naturales. Diánoia vol. 52, no. 59. Sección 2. Pp. 151-177

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185

Giroux, H. (1986). Teorías de la reproducción y la resistencia en la nueva sociología de la educación: un análisis crítico. *Revista Colombiana de Educación* (17). Pp. 36-65
https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/5140

González, J. M., y Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa* 13 (1). P. 7
https://redie.uabc.mx/redie/article/view/268

Hernández, V., Gómez, E., Maltes, L., Quintana, M., Muñoz, F., Toledo, H., Riquelme, V., Henríquez, B., Zelada, S. y Pérez, E. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. *Estudios Pedagógicos* XXXVII (1). Pp. 71-83
https://biblat.unam.mx/es/revista/estudios-pedagogicos-valdivia/articulo/la-actitud-hacia-la-ensenanza

Ibarra, L. (2017b). Afectividad, educación y utopía. Una perspectiva socio-antropológica en Saberes y prácticas. *Revista de filosofía y educación.* Vol 2. Pp. 1-22
https://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/saberesypracticas/article/view/984

Mora, M. (2002). La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici. *Athenea* Digital Núm 2. Universidad de Guadalajara, México. Pp 1-25
https://atheneadigital.net/article/view/n2-mora

Peña, C., y Pérez, P. (1985). La neuropsicología de Vygotski y Luria: El cerebro lesionado. Anuario de psicología Núm. 33-2. Barcelona.

Rockwell, E. (2006). Resistencia en el aula: entre el fracaso y la indignación. *Revista de educación Belo Horizonte* (44), Cap. 1, 2. Pp. 13-39
https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=399360912004

Van Manen, M. (1997). Investigación educativa y experiencia vivida. *Ciencia humana para una pedagogía de la acción y la sensibilidad.* España, Idea Books, S.A.

Derechos Humanos y Supremacismos Ideológicos

José Juan Pichardo Trejo

Resumen

El proyecto de investigación versa sobre la relación entre los derechos humanos y los ‘supremacismos ideológicos’, estos últimos han sido denominados así por el contenido de sus postulados; los cuales se fundamenta en una autopercepción de excepcionalidad, motivada por la idea de un destino único y exclusivo. En la investigación se analizaron dos supremacismos, la cuarta teoría política y el excepcionalismo estadounidense; los cuales son contrastados entre sí debido a su incompatibilidad.

En consecuencia, los objetivos de investigación son los siguientes:

Analizar cómo los derechos humanos son captados por los supremacismos ideológicos, transformándolos en un mecanismo de legitimación de intervenciones y por lo tanto en imperialismo humanitario.

Determinar el grado de compatibilidad o incompatibilidad entre el excepcionalismo estadounidense y la cuarta teoría política, desde la perspectiva del choque de civilizaciones.

Verificar en qué medida los supremacismos ideológicos han condicionado el actuar de sus respectivos países, así como su relación con los derechos humanos, en los casos de Afganistán y Ucrania.

Delimitar cómo los referentes fácticos de esta investigación han impactado en los postulados de los derechos humanos y el orden internacional actual.

La metodología empleada es histórico-proyectiva, recurriendo a los métodos histórico-analítico y descriptivo.

En cuanto a los resultados, se identificaron los fundamentos teórico-jurídicos que legitiman las intervenciones armadas, así como su impacto en la congruencia sistemática de los derechos humanos.

Summary

The research project deals with the relationship between human rights and 'ideological supremacisms', the latter have been named for the content of their postulates, which is based on a self-perception of exceptionality, motivated by the idea of a unique and exclusive destination. The research analyzed two supremacisms, the fourth political theory and American exceptionalism; which are contrasted with each other due to their incompatibility.

Consequently, the research objectives are as follows:

Analyze how human rights are captured by ideological supremacisms, transforming them into a mechanism of legitimization of interventions and therefore into humanitarian imperialism.

Determine the degree of compatibility or incompatibility between American exceptionalism and the fourth political theory, from the perspective of the Clash of civilizations.

Verify to what extent ideological supremacisms have conditioned the actions of their respective countries, as well as its relationship with human rights, in the cases of Afghanistan and Ukraine.

Delimit how the factual references of this research have impacted on the postulates of human rights and the current international order.

The methodology used is historical-projective, using historical-analytical and descriptive methods.

Regarding the results, the theoretical-legal foundations that legitimize armed interventions were identified, as well as its impact on the systematic consistency of human rights.

Palabras clave

Derechos Humanos, Supremacismos Ideológicos, Cuarta Teoría Política, Excepcionalismo estadounidense, Intervenciones militares.

Keywords

Human Rights, Ideological Supremacisms, Fourth Political Theory, American exceptionalism, Military interventions.

Introducción

Tras el fin de la Segunda Gran Guerra,[1] los derechos humanos se convirtieron en una constante en el discurso jurídico; incluso se puede considerar que los derechos humanos han rebasado las limitaciones del discurso de nuestra área, permeando en una gran cantidad de disciplinas y posicionándose como un elemento central de las discusiones públicas de nuestro tiempo.

Sin embargo, la propia expansión de los derechos humanos plantea dudas sobre su alcance efectivo, tanto en lo nacional como en lo internacional; es en este último, que la presente investigación se enfoca, debido a las contradicciones entre el discurso de las grandes potencias, en términos humanistas, y su actuar durante el conflicto bélico.[2]

Aunado a lo anterior, el empleo de los derechos humanos dentro de una narrativa para legitimar el uso de la fuerza bélica se opone al discurso histórico que hizo posible su existencia, en términos jurídicos; este fenómeno ha sido denominado imperialismo humanitario, debido a la coacción de las grandes potencias en el orden internacional actual.

La presente investigación fue determinada por dos eventos históricos, la retirada de Estados Unidos en Afganistán (30 de agosto de 2021) y el inicio de la 'Operación Militar Especial' en Ucrania (24 de febrero de 2022); estos sucesos exhibieron las debilidades del sistema internacional de los derechos humanos, de tal forma que cabría cuestionarse si las Naciones Unidas podían repetir la historia de la Sociedad de las Naciones, un colapso gradual que supusiera

[1] Este término será utilizado para hacer referencia al fenómeno conocido como la 'Segunda Guerra Mundial'

[2] La concepción jurídica de la 'guerra' no es compatible con su concepción en la ciencia política, en la filosofía o incluso en la economía; para evitar una contradicción entre las distintas fuentes del presente texto se utilizará el concepto 'conflicto bélico' para agrupar todas las hostilidades, salvo en los casos en que se haya declarado formalmente el inicio de una guerra.

su reinvención en una nueva forma de organización internacional.

Lo anterior, llevo a un análisis sobre la conformación del orden internacional, concluyendo que es precisamente en una etapa posguerra, donde se puede diseñar un sistema internacional; planteando una relación simbiótica, a la vez que reactiva, entre los derechos humanos y la fuerza armada, unidas a través de una determinada narrativa moralizadora.

La necesidad de esta investigación obedece a dos perspectivas: una geopolítica y la otra jurídica. La primera, refiere a los acontecimientos en Afganistán y Ucrania, donde la observancia de los derechos humanos, como núcleo del orden internacional, por parte de las potencias adquirió un mayor interés; reavivando la discusión sobre los fundamentos del orden internacional y el 'orden internacional basado en reglas.'

El segundo aspecto, refiere a la contradicción teórica entre el discurso de los derechos humanos, como estándar de desarrollo civilizatorio, y la deshumanización de quienes no se encuentran en el mismo supuesto cultural; esto supone una antinomia en el sistema internacional de los derechos humanos, desde la perspectiva de la dignidad humana.

En consecuencia, la presente investigación cuenta con un objetivo general y cuatro específicos:

Explicar las causas y consecuencias del uso de los derechos humanos para justificar las intervenciones militares, así como su impacto en la confrontación entre los supremacismos ideológicos, en un contexto internacional de choque civilizatorio.

I. Analizar cómo los derechos humanos son captados por los supremacismos ideológicos, transformándolos en un mecanismo de legitimación de intervenciones y por lo tanto en imperialismo humanitario.

II. Determinar el grado de compatibilidad o incompatibilidad entre el excepcionalismo estadounidense y la cuarta teoría política, desde la perspectiva del choque de civilizaciones.

III. Verificar en qué medida los supremacismos ideológicos han condicionado el actuar de sus respectivos países, así como su relación con los derechos humanos, en los casos de Afganistán y Ucrania.

IV. Delimitar cómo los referentes fácticos de esta investigación han impactado en los postulados de los derechos humanos y el orden internacional actual.

estructurándose en cuatro capítulos, con las siguientes denominaciones:

I. Imperialismo Humanitario, Derechos Humanos y Supremacismos Ideológicos.
II. Confrontación entre civilizaciones e ideologías: la Cuarta Teoría Política frente al excepcionalismo estadounidenses.
III. La diatriba de los supremacismos en el orden internacional.
IV. Repensando los derechos humanos en la transición mundial: unipolaridad, multipolaridad y multilateralismo.

Metodología

La metodología empleada en la presente investigación es historiográfica-proyectiva, debido al análisis discursivo sobre la construcción de los derechos humanos; esto permite recurrir a la filosofía especulativa de la historia para facilitar la obtención de posibles respuestas a las contradicciones sistemáticas en el fenómeno.

Los métodos empleados son:

I. Descriptivo: para conocer el desarrollo, contenido y objetivo de los variables, en especial de los supremacismos ideológicos, así como visión de los derechos humanos.

II. Histórico-analítico: lo que se busca es comprender el porqué de las causas y consecuencias, de las variables de estudio; a la par que se descomponen los elementos de los supremacismos, para entender cómo se configura su discurso en torno a los derechos humanos.

En cuanto a las técnicas de investigación, serán de tipo documental indirecta; siendo estas: documentos normativos, escritos académicos, informes de datos de organismos internacionales y material audiovisual.

Resultados

Este apartado se estructura en torno a los cuatro capítulos de la tesis:

I.- Imperialismo Humanitario, Derechos Humanos y Supremacismos Ideológicos.

La declaración universal sería el inicio del derecho internacional de los derechos humanos, al ser mencionada en los preámbulos o prefacios de otras convenciones. (Morsink, 1999) Influyendo en el sistema jurídico de varios países, para que se incluyera en sus constituciones como referente jerárquico en materia de derechos humanos; (Hannun, 1996) permeando en la vida pública y reforzando la narrativa de distintas agrupaciones sociales, las cuales se convertirían en los movimientos defensores de los derechos civiles en Estados Unidos y Europa. (Stammer, 2015)

Si bien, existieron discrepancias sobre la fundamentación de los derechos humanos en sus primeros momentos, la confrontación teórica comenzó solo cuando el consenso político de la posguerra se rompió, ocasionando que surgieron dos grandes narrativas teóricas: la postura liberal, que los consideraba prerrogativas de los individuos, donde el estado no debía de intervenir; y la postura socialista, la cual privilegiaba la titularidad colectiva de derechos, así como el rol del estado en su efectividad. (Lambelet, 1988)

Con el colapso soviético, la narrativa liberal se convirtió en el enfoque hegemónico, en el campo político, de los derechos humanos; convirtiéndose en el fundamento moral de las intervenciones armadas en países ‘no civilizados’ o ‘barbáricos’. (Moyn, 2021)

II.- Confrontación entre civilizaciones e ideologías: la Cuarta Teoría Política frente al excepcionalismo estadounidenses.

El aceptar que las civilizaciones constituyen el principal motivo de conflictos no implica descartar la ideología, ya que esta última puede convertirse en un catalizador de las tensiones.

La pugna entre Fukuyama y Huntington se centra en sus visiones discrepantes sobre la evolución de los regímenes políticos y las características del conflicto bélico; tomemos como ejemplo lo acontecido en Ucrania, donde existe un conflicto cultural o civilizatorio, entre los ucranianos católicos y los de origen ruso, agravado por la intervención de Rusia mediante sus fuerzas armadas. Desde una perspectiva especulativa, los hechos del 24 de febrero jamás se habrían dado sin el marco ideológico que los respaldase, esto consiste en evidenciar las razones por las que se debe ir a la guerra.

Lo mismo sucede en el caso de los Estados Unidos, sin su visión excepcionalista jamás se habrían adjudicado el rol de 'campeón' de la democracia y los derechos humanos, y no habría existido un imperialismo humanitario. (Dearborn, 2013)

La aparición de bloques civilizatorios y políticos podría desembocar en una nueva confrontación entre países, (Huntington, 1996) restableciendo las tensiones de la Guerra fría, con la diferencia de que ahora la mayoría de la población y los recursos se encontrarían en el bando opuesto a Occidente. Desestabilizando el orden internacional actual, lo que impactaría en todas sus instituciones, incluyendo los derechos humanos.

Estados Unidos se proyectaría como el centro de su propio bloque, (Lipset, 2000) el denominado 'Occidente colectivo'; mientras que Rusia, buscaría establecerse como la única nación Euroasiática, con cierto control de la 'isla mundial'.

Occidente y Eurasia deben ser entendidas, no como espacios geográficos, sino como entidades ideológicas basadas en preceptos civilizatorios; que desarrollan sus propias perspectivas de organización internacional, pudiendo ser multilateral o multipolar, en oposición a lo hegemónico o unipolar.

Si bien los derechos humanos han sido desarrollados en un orden internacional hegemónico tras 1991, (Moyn, 2018) sus primeras etapas se dan en un mundo marcado por la competición entre las superpotencias; donde cada actor internacional sabia dimensionar su alcance teórico y narrativo, no obstante, hasta la fecha no existe una propuesta que sustituya el discurso predominante en los derechos humanos, los cuales aún son percibidos como una proyección de los valores occidentales.

III.- La diatriba de los supremacismos en el orden internacional.

En lugar de un mundo multipolar, o unipolar, hay otras propuestas teóricas como el multilateralismo; ejerciendo un mayor equilibrio político por la presencia de actores internacionales medianos, capaces de oponerse a las grandes potencias en la defensa de sus intereses.

Dicha perspectiva sería indeseable para las grandes potencias, principalmente porque implicaría una transición de poder; a grado tal, que podrían ser responsabilizados por sus violaciones a los derechos humanos o al derecho internacional.

IV.- Repensando los derechos humanos en la transición mundial: unipolaridad, multipolaridad y multilateralismo.

Los conflictos en Ucrania y Afganistán evidencian la redistribución de sus fuerzas en el orden internacional, marcado por el conflicto entre distintas formas de organización internacional, particularmente entre unipolaridad y multipolaridad. (Glaser, 2019)

Desde la perspectiva hegemónica, el intervencionismo liberal sostendría que la soberanía de los estados puede ser vulnerada, si el objetivo es la defensa de los derechos humanos. (Brivati, 2022) Sin embargo, la narrativa moralista del excepcionalismo impediría su proyección universal, al aplicarse parcialmente en los países que no se alinean con los intereses estadounidenses; tras la caída de Kabul, Occidente comenzó a cuestionarse la utilidad de las intervenciones militares, en su lugar parece haber adoptado una postura similar a la guerra fría. (Alm, 2021)

Por su parte, Rusia buscaría regresar a una situación similar a los años posteriores a la Segunda Gran Guerra, donde ambos poderes tenían zonas de influencia delimitadas, previniendo la aparición de rivales; por este motivo, el multilateralismo ruso no abogaría por una redistribución equitativa o el multilateralismo.

Discusión y conclusiones

La presencia de dos grandes corrientes teóricas durante la Guerra Fría permitió construir cierto equilibrio internacional en torno a los derechos humanos; sin embargo, la imposición de un solo enfoque, tras el colapso soviético, debilitaría a las instituciones internacionales, las cuales deberían confrontar postulados universales abstractos con la realidad civilizatoria local.

Si bien, la alternativa de privilegiar un enfoque plural de los derechos humanos pareciera lo más idóneo; no obstante, esto llevaría a una competencia entre los postulados de cada teoría o subteoría, hasta que solo quedará una como enfoque hegemónico. En su lugar, se recomendaría la estructuración de discursos sobre derechos humanos, cuyo fundamento radique en los grandes bloques civilizatorios.

La cuarta teoría política, así como otras corrientes ideológicas supremacistas en Rusia, rechazarían las limitaciones del derecho internacional, particularmente la inviolabilidad de las fronteras de otros estados, privilegiando un enfoque civilizatorio. Esto sería similar a lo que hizo en su momento Estados Unidos, con el enfoque intervencionista liberal, el cual sostiene que es necesario intervenir militarmente cuando peligren ciertos estándares universales.

Es por esto que la lucha entre ideologías no ha desaparecido, más bien se adopta a un nuevo papel, donde ya no está en línea frontal del conflicto, sino dentro de la mentalidad de la civilización; Estados Unidos, sigue siendo aquel espacio ideológico donde el liberalismo se desarrolló, una especie de ‘tierra prometida’ para los ideales occidentales; (Fukuyama, 2023) mientras que los rusos, habiendo recuperado parte de su fuerza tras el colapso soviético, se ven a sí mismos como una nación cuyo destino depende de convertirse en una gran potencia, la ‘Rusia euroasiática.’

Existe otra posible interpretación del comportamiento de Estados Unidos y Rusia, así como sus motivaciones ideológicas; ambos países tuvieron un papel vital en la persecución de los criminales de guerra nazis en Nuremberg. (Taylor, 2010)

La idea de poder ser derrotados, y por lo tanto sometidos, sería suficiente para que descartaran cualquier inhibición moral en la persecución de sus fines; o que buscaran justificar acciones que suponen crímenes contra la humanidad. En consecuencia, conforme se sientan más inseguros, entre más miedo tengan, serán más agresivos en la prosecución de sus intereses estratégicos.

Referencias bibliográficas

Alm, D. (2021). *The US invasion of Afghanistan: A justified War? A content analysis using just war theory* [Tesis de Licenciatura, Uppsala University]. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1575088/FULLTEXT01.pdf

Brivati, B. (2022). *Losing Afghanistan. The fall of Kabul and the end of western intervention*, Biteback Publishing.

Dearborn, J. (2013). *Exceptionalist-in-Chief: Presidents, American Exceptionalism, and U.S. Foreign Policy Since 1897*, UCONN.

Fukuyama, F. (1992). *The End of History and the Last Man*, Free Press.

Fukuyama, F. (2023). *El liberalismo y sus desencantados. Cómo defender y salvaguardar nuestras democracias liberales*, Ariel.

Glaser, H. y Mueller, J. (2019). Overcoming Inertia Why It's Time to End the War in Afghanistan. *CATO Institute*, 878. https://www.jstor.org/stable/resrep23041

Hannum, H. (1996). The Status of the Universal Declaration of Human Rights in National and International Law. *Georgia Journal of International and Comparative Law*, 25(1). https://digitalcommons.law.uga.edu/gjicl/vol25/iss1/13/

Huntington, S. (1996). *The Clash of Civilizations and the Remaking of the World Order*, Simon & Schuster.

Lambelet, D. (1988). The contradiction between soviet and american human rights doctrine: reconciliation through Perestroika and pragmatism. *Boston University International Law Journal*, 7(1). https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1744&context=faculty_scholarship

Lipset, S. (2000). *El excepcionalismo norteamericano. Una espada de dos filos*, Fondo de Cultura Económica.

Morsink, J. (1999). *The Universal Declaration of Human Rights. Origins, Drafting y Intent*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

Moyn, S. (2018). *Not Enough. Human Rights in an Unequal World*, The Belknap of Harvard University Press.

Moyn, S. (2021). *Humane. How United States Abandoned Peace and Reinvented War*, Farrar, Straus and Giroux.

Stammer, N. (2015). Human Rights and Social Movements: Theoretical

Perspectives. *Revue interdisciplinaire d'études juridiques*, 75(2). https://www.cairn.info/revue-interdisciplinaire-d-etudes-juridiques-2015-2-page-67.htm

Taylor, T. (2010). *Nuremberg and Vietnam An American Tragedy*, Lawbook Exchange.

Formación ciudadana con Aprendizaje Servicio en la UAQ: retos y posibilidades

Autoría:

Autora: Juana Isabel Flores Acosta

Estudiante de la Maestría en Educación para la Ciudadanía de la Facultad de Psicología y Educación.

Correo: jflores18@alumnos.uaq.mx

Asesor: Luis Manuel Pérez Galván

Correo: luis.manuel.perez@uaq.mx

Docente de la Facultad de Psicología y Educación

Resumen:

En este artículo se presentan los hallazgos de una investigación que se enfocó en identificar los elementos y obstáculos en la práctica docente que surgieron en el proceso de institucionalizar la metodología Aprendizaje Servicio en la Universidad Autónoma de Querétaro.

El estudio se centró en el curso de actualización de Aprendizaje Servicio de los docentes, que se llevó a cabo entre mayo y junio de 2023, así como en la continuidad de quienes aplicaron la metodología durante el periodo que va del semestre de agosto a diciembre de 2023. Se utilizaron el estudio de caso como método de investigación y la observación de los participantes, el cuestionario previo, las bitácoras COL y el diario reflexivo como técnicas de recopilación de datos.

Por un lado, los resultados permiten observar el interés de los docentes en la metodología y su potencial para su aplicación. Por otro lado, observamos que la mayoría de los docentes no mostraron interés en seguir con la propuesta. Una propuesta que deja mucho trabajo y responsabilidad para el equipo que tiene la intención de implementarlo en la universidad. Para lograr la institucionalización del Aprendizaje Servicio, debe haber una discusión sobre cómo se pueden trabajar las dimensiones de la práctica docente.

Palabras clave: Aprendizaje Servicio; práctica docente; institucionalización; educación superior.

Abstract:

This article presents the findings of a research that focused on identifying the elements and obstacles in teaching practice that emerged in the process of institutionalizing the Service Learning methodology at the Universidad Autónoma de Querétaro. The study focused on the Service Learning update course for professors, which took place between May and June 2023, as well as on the continuity of those who applied the methodology during the semester from August to December 2023. The case study was used as a research method and participant observation, the prior questionnaire, COL logs, and the reflective diary as data collection techniques.

On one hand, the results allow us to observe the professors interest in the methodology and its potential for application. On the other hand, we observe that most professors showed no interest in continuing with the proposal. A proposal that leaves a lot of work and responsibility for the team that intends to implement it at the university. To achieve the institutionalization of Service Learning, there must be a discussion on how the dimensions of teaching practice can be worked on.

Keywords: Service Learning; teaching practice; institutionalization; higher education

1. Introducción:

Para mejorar la educación profesional de los graduados de las distintas facultades de la

Universidad Autónoma de Querétaro, un grupo de docentes tiene la intención de institucionalizar una estrategia denominada Aprendizaje Servicio. Esta metodología fue elegida debido a sus estrategias pedagógicas que orientan los contenidos curriculares hacia un aprendizaje contextualizado y significativo.

La metodología del Aprendizaje Servicio es una parte importante del Modelo Educativo Universitario (MEU) para lograr la misión de la universidad. Se relaciona con el compromiso social y la formación integral de los profesionistas egresados. Se basa en formar ciudadanos con valores y habilidades para la vida que estén comprometidos con la sociedad. Por lo tanto, se busca colaborar con educadores para implementar esta metodología en su práctica docente para promover valores y actitudes comunitarias.

La presente investigación se enfoca en esta nueva propuesta y busca identificar en el proceso de implementación de la metodología los elementos y oportunidades dentro de la práctica docente que permitan su institucionalización en la Universidad Autónoma de Querétaro.

1.1 Misión de la Universidad

El enfoque tradicional de la educación en México dificulta la reflexión y el mejoramiento de los contextos de los estudiantes. La educación es necesaria para crear ciudadanos y ciudadanas competentes para poder actuar con criterio en la realidad y pensar en una transformación debido a las condiciones del mundo en el que vivimos, las desigualdades, las violencias y las pocas posibilidades de una vida digna.

Para fines de esta investigación nos avocaremos a analizar la forma en cómo se deberían preparar a los estudiantes para el mundo laboral y formar ciudadanos activos en la sociedad, con el objetivo de que las habilidades que adquieran contribuyan a una forma de vida sostenible en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

En la actualidad, la sociedad y la necesidad de recursos, apoyo y escasas posibilidades de una vida digna son una preocupación constante. El servicio a la comunidad es el sentido de la función social de la universidad.

> La inserción y consideración de las problemáticas más urgentes en los currículums universitarios, así como la incorporación de nuevos enfoques de gestión institucional que permitan internalizar valores más allá de adquirir conocimientos, resultan algunos de los desafíos en el contexto universitario latinoamericano. (Gargantini, D., Verde, M. y Vargas, M.,2008, pág. 62)

En la UAQ ya existe un vínculo con la comunidad; el Servicio Social. Según el reglamento de los estudiantes de las instituciones de Educación Superior en la república mexicana, publicado en el DOF el 30 de marzo de 1981, el artículo 7 establece que el Servicio Social debe ser obligatorio y a beneficio de la sociedad y debe realizar actividades que vinculen a los estudiantes con la sociedad. Las universidades generalmente ofrecen una variedad de opciones según su formación.

Además, el Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro, se basa en valores y principios humanistas, así como en el compromiso social y la sostenibilidad. Al tiempo que fomenta la investigación y el compromiso con la sociedad, su objetivo es educar a profesionales conscientes, críticos y sensibles a los problemas sociales. El enfoque pedagógico se centra en los estudiantes y su educación, considerando el currículo como una propuesta político-pedagógica que transmite valores y actitudes éticas.

Como resultado, se están buscando estrategias educativas alternativas que se adapten a las necesidades de los estudiantes y su comunidad. Además, establecer una conexión entre la práctica docente y los problemas sociales comunes, como la desigualdad, la injusticia y la discriminación. Por lo cual, se pretende iniciar un grupo de docentes experimentales en la Universidad Autónoma de Querétaro para establecer una nueva forma de educar y profesionalizar a los estudiantes, adaptándose al entorno y al modelo educativo de la institución. Hablamos de la

implementación de la metodología llamada Aprendizaje Servicio, que, además de ser parte del MEU combina el aprendizaje académico con el servicio a la comunidad.

1.2 Institucionalización del Aprendizaje Servicio

En Iberoamérica existen registros de experiencias de logros en la aplicación e institucionalización de esta metodología. Un ejemplo inicial se puede encontrar en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), ubicada en Costa Rica. La información se obtuvo de su Portal de Acción social, que está constantemente actualizado sobre los proyectos que realizan en la Universidad de Costa Rica (s.f). Desde el año 2011, la universidad ha estado trabajando en la institucionalización del Aprendizaje en Servicio. El objetivo del programa fue convertir a la ULACIT en la primera y única universidad de este país que incorpore esta metodología de manera sistemática y planificada.

La implementación de esta metodología cumple con la misión de la Universidad de Costa Rica al brindar programas educativos relevantes, motivadores y que fomentan los recursos necesarios para alcanzar el desarrollo humano integral y preservar la excelencia académica en todos los aspectos. Como en la visión, desde su creación se enfoca en el avance de la población, el sector productivo, el país y la comunidad mundial. Los estudiantes egresados, los profesores y el personal administrativo tienen un espíritu de solidaridad, integridad e inclusión, así como un espíritu de excelencia. Además, incluyen el Aprendizaje en Servicio en su modelo educativo porque creen que los estudiantes aprenden cuando ayudan a los demás.

Otro registro de éxito y de trabajo continuo es en la Universidad Pontificia Católica de Chile (s.f). El Aprendizaje Servicio se institucionalizó después de que un grupo de académicos consideró la idea de establecer un grupo de prácticas de servicio. En 2004, se estableció en la dirección de Asuntos Estudiantiles y en 2005 se trasladó al programa de Centro de Desarrollo Docente, que está dependiente de la Vicerrectoría Académica. Esto facilitó la incorporación de esta metodología en el currículo y los procesos de implementación.

Este proyecto comenzó en el 2004, a partir de propuestas de académicos que plantearon unir los conocimientos expuestos en las aulas y la realidad del contexto. A diez años de su trayectoria, su meta es institucionalizarla a todas las carreras de la universidad. Tuvieron 3 objetivos principales al momento de comenzar a trabajar desde esta metodología, que fueron; “la entrega de servicios de calidad a la comunidad, la formación actitudinal y valórica de estudiantes y el logro de aprendizajes significativos.” (Pontificia Universidad Católica de Chile, s. f, Pág. 6)

La intención de una estrategia metodológica como el Aprendizaje Servicio es educar a una ciudadanía que sea participativa e involucrada en la realidad, a partir de aprender lo que es necesario para transformar el espacio público y comunitario.

> El aprendizaje- servicio constituye una estrategia de trabajo que permite fortalecer y desarrollar actitudes de participación, solidaridad, cooperación, reciprocidad (actitudes prosociales, bases esenciales en la construcción de un ideal de ciudadanía), articulando actividades con la comunidad desde el currículo institucional” (Baibi, Chamorro y Márquez, S., 2007, Pág. 11).

Es un método de enseñanza aprendizaje que busca involucrar a los estudiantes en la comunidad para que puedan reflejar los conocimientos académicos y dotarlos de contexto. Es esencial promover esta metodología para aumentar la participación activa de los estudiantes y mejorar la convivencia escolar. Los alumnos tienen la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el aula para abordar problemas reales en su entorno al realizar proyectos de aprendizaje servicio. También pueden desarrollar un sentido de pertenencia, responsabilidad y compromiso con su comunidad gracias a esta práctica.

Por eso el objetivo de esta investigación es analizar la implementación de la estrategia de Aprendizaje Servicio con los docentes de la

universidad y reconocer los obstáculos y beneficios que puede tener en su práctica docente para facilitar su institucionalización en la Universidad Autónoma de Querétaro. Además, se busca crear una base que refleje lo que rodea la implementación de esta metodología y su importancia en las diversas facultades para la formación de ciudadanos activos y comprometidos con las problemáticas en su entorno.

1.3 Práctica docente

Al hablar de práctica docente, nos referimos a personas que trabajan para la institución y también para el Estado. Así como lo propone, Fierro, C., Fortoul, B. y Rosas, L. (1999) La práctica docente se vuelve más complicada debido a las diversas relaciones que surgen de sus propias condiciones de vida, características culturales y dificultades económicas. Pero que también incluye los significados, percepciones y acciones de los agentes implicados en el proceso.

La idea de que todos estos factores están conectados coloca a los maestros y a los estudiantes en un papel de personas en constante interacción durante el proceso educativo. "Como sujetos que participan en el proceso, los maestros no sólo son responsables de llevarlo a cabo, sino que son también artífices del mismo" (Fierro, C., et. al. 1999, pág. 21). Son conscientes de los diversos desafíos y constantemente buscan el significado de su trabajo.

El concepto de práctica docente está intrínsecamente relacionado con la gestión escolar. Se basa en el proceso de toma de decisiones, acción y propuestas por parte de los agentes para implementar el proceso educativo. "La gestión escolar destaca la importancia de esta compleja trama de relaciones y procesos de la vida cotidiana de las instituciones educativas, a través de los cuales cobra vida la práctica educativa." (Fierro, C., et. al. 1999, Pág. 23)

Debido a que dentro de la práctica docente existe esta vinculación de elementos, Fierro, C., et. al. (1999) los clasifica de la siguiente manera,

Personal; como un sujeto con cualidades específicas, características y dificultades que le son propias; un ser con ideales, motivos, proyectos y circunstancias personales que imprimen una dirección específica en su vida profesional.

Institucional; donde la experiencia y la pertenencia institucional controlan las decisiones y prácticas. Además, tiene en cuenta las coordenadas materiales, reglamentarias y profesionales del lugar de trabajo, sobre las cuales cada docente decide por sí mismo.

Interpersonal; la forma en que las relaciones entre estudiantes, docentes, directores, administrativos, madres y padres de familia se entretejen para crear diferencias individuales en un marco institucional. Cada uno muestra su propósito, interés, ideología y objetivos.

Social; recupera el conjunto de relaciones que el educador percibe y comunica en su trabajo, así como la forma en que se configura la demanda social de ser educador y el momento histórico, geográfico y cultural específico, y de esta manera toma decisiones sobre la enseñanza.

Didáctica;

> "hace referencia al papel del maestro como agente que, a través de los procesos de enseñanza, orienta, dirige, facilita y guía la interacción de los alumnos con el saber colectivo culturalmente organizado, para que ellos, los alumnos construyan su propio significado." (Fierro, C., et. al., 1999, Pág. 34)

Valoral; se refiere a la manifestación de valores específicos en la práctica educativa, que de manera consciente o inconsciente muestra e influye en las ideas, actitudes y formas en que los estudiantes interpretan la realidad.

Al hablar de práctica docente, estas dimensiones se toman en cuenta y se relacionan con la propuesta pedagógica de la universidad, su misión y objetivo

en la formación de los estudiantes egresados. La Universidad Autónoma de Querétaro cuenta con su propia administración académica la cual tiene el objetivo de transmitir conocimientos y valores necesarios para el desarrollo social e individual de los estudiantes, tal y como lo muestra el enfoque pedagógico señalado en el MEU, el cual indica que debe ser centrado en el aprendizaje, desde el aprendizaje significativo, con flexibilidad y que sea multi- inter- transdisciplinario.

Para que los docentes y los estudiantes obtengan un aprendizaje completo, se requiere la movilización de todos los recursos disponibles. Por lo tanto, la concepción del aprendizaje que promoverá el MEU se basa en marcos conceptuales específicos que se enfocan en la construcción de conocimientos centrados en el aprendizaje y la formación de competencias educativas para la vida. (Universidad Autónoma de Querétaro. (s.f.).)

1.3 Objetivos

Los objetivos del proyecto son;

1.3.1 General

Analizar los elementos y obstáculos dentro de la práctica docente en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) que permiten la institucionalización del Aprendizaje Servicio (ApS).

1.3.2 Específicos

Identificar los obstáculos específicos que enfrentan los docentes de las facultades de Psicología y Educación y Contaduría de la Universidad Autónoma de Querétaro al implementar el Aprendizaje Servicio.

Analizar los elementos clave que facilitan la puesta en marcha del Aprendizaje Servicio por parte de los docentes de las facultades Psicología y Educación y Contaduría.

2. Metodología:

2.1 Tipo de estudio

El proyecto de investigación empleó un enfoque cualitativo. Ynoub, R. (2011) explica que es un método de investigación que ayuda a comprender los fenómenos. Se reconoce que los investigadores producen datos, realizan observaciones en contextos naturales y producen datos ricos, profundos y dependientes del contexto.

Los datos se recopilaron mediante el uso de un estudio de caso. que refleja la situación real y los eventos que ocurren durante el proceso de institucionalización del Aprendizaje Servicio. Martínez Carazo, P. C. (2006) dice que este tipo de análisis debe analizar y explicar la situación real estudiada. También debe profundizar en la teoría, el caso y sus características.

2.2 Población

Dos profesores de la Universidad Autónoma de Querétaro, de las facultades de Psicología y Educación y Contaduría de Administración, forman parte de la población con la que se está realizando el estudio los cuales se les dio seguimiento después de un curso de actualización docente realizada en el mes de mayo- junio 2023. Se tiene un seguimiento con ellos y estuvieron de acuerdo el acompañamiento necesario para completar este proyecto.

2. 3 Procedimiento

El proyecto tiene como finalidad identificar aquellos elementos y obstáculos dentro de la práctica docente que permiten la puesta en marcha del Aprendizaje Servicio en la Universidad Autónoma de Querétaro. Como resultado, los docentes de todas las facultades fueron convocados a asistir a una actualización docente sobre Aprendizaje Servicio en enero-abril de 2023.

Durante todo el proceso, estará presente la observación participante, en esta técnica “el observador se introduce en la situación, intervine,

participa en el hecho social que quiere observar" (Ynoub, R., 2011, Pág.105) Para objetivo de esta investigación, permite la interacción social con los docentes y reconoce la influencia mutua. Recolecta información respecto al avance de la implementación del Aprendizaje Servicio, así como ayuda si el momento lo requiere.

El proyecto se divide en cuatro etapas para lograr su propósito.

1era fase: Diagnóstico sobre conocimientos de participación, APS y el MEU

A los docentes aceptados en el curso de actualización docente se es aplicó un cuestionario de participación pre, del 15 al 17 de mayo del 2023. "Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir" (Chasteauneuf 2009, citado en Hernández, J. 2014, pág. 219). El objetivo de este instrumento es conocer las concepciones de Participación, Aprendizaje Servicio y Ciudadanía.

2da fase: Curso de actualización docente

En esta fase que fue del 16 de mayo al 17 de junio del 2023, a los docentes tuvieron un acercamiento a la metodología de Aprendizaje Servicio y durante cada sesión se aplicó la bitácora de COL (Comprensión Ordenada del Lenguaje) "El objetivo con el que se le utiliza es desarrollar en los estudiantes habilidades, actitudes y la reflexión para que fortalezcan su formación profesional." (Jiménez, J., s.f, Pág. 1) Se hacen preguntas, ¿qué pasó?, ¿qué aprendí? y ¿qué sentí? que permite observar el tipo de atención a sí mismo y su percepción de la actividad realizada durante las fechas de aplicación de actualización a los docentes.

3er fase: Seguimiento de la aplicación de la metodología

Durante el periodo del semestre agosto- diciembre 2023 se le dará seguimiento a los docentes que continuaron interesados en aplicar la metodología de Aprendizaje Servicio. Se les aplicará un diario reflexivo Que contendrán las descripciones, análisis, opiniones y valoraciones de lo que se observa en el campo, con sus estudiantes y personales. "En las anotaciones es importante incluir nuestras propias palabras, sentimiento y conductas." (Hernández, J.,2014, Pág. 370) Esto nos ayuda a poder observarnos desde otro punto y tener a la mano las observaciones realizadas. Aparte, nos permitirá identificar algún problema o solución.

4ta fase: Conclusión del proyecto

Durante esta fase, se les aplicará el cuestionario de participación post. Y una rúbrica de evaluación de proyectos de Aprendizaje Servicio A partir de eso, se evaluará de acuerdo con los estándares propuestos en la rúbrica de evaluación del GREM (Puig *et al,* 2015) que permite evaluar las experiencias de Aprendizaje Servicio a partir de 12 dinamismos que se dividen en tres apartados (básicos, pedagógicos y organizativos) y su nivel que reflejan el grado de desarrollo pedagógico.

Resultados:

Los resultados se presentan de acuerdo con las fases de desarrollo del proyecto de institucionalización del Aprendizaje Servicio.

1. Fase 1. Diagnóstico sobre conocimientos de participación, APS y el MEU

A continuación, se describen los resultados más representativos que emergieron del cuestionario de participación Pre aplicado del 15 al 17 de mayo del 2023. A 70 docentes de las diferentes facultades de la Universidad Autónoma de Querétaro.

- Promueven la participación en el aula utilizando la motivación, abriendo espacios de discusión y promoviendo la escucha de todos los involucrados, porque reconocen su importancia en el desarrollo de habilidades de sus estudiantes.
- Según ellos, el primer obstáculo para la participación de los estudiantes es el desinterés o la falta de motivación, junto con acciones previas que les han generado miedo a expresarse o involucrarse.

- Los maestros reconocen que las circunstancias que promueven la participación de los estudiantes son un entorno favorable donde los estudiantes pueden expresarse y desarrollar confianza en sí mismos. Asimismo, que tienen posibilidades de participar en espacios de servicio a la comunidad.
- Conocen la propuesta del MEU y las características que lo conectan al Aprendizaje Servicio.

2. Fase 2. Curso de actualización docente

A continuación, se describen los resultados obtenidos de las sesiones de actualización docente y las bitácoras de COL que fueron aplicadas del 16 de mayo al 17 de junio a 40 docentes.

- A medida que se desarrollaba el curso, los docentes identificaron formas en las que la metodología les hizo sentido en su práctica docente y desarrollo profesional de los estudiantes.
- Expresaron su interés por mejorar las experiencias de los estudiantes y contribuir en su aprendizaje.
- Reconocen que la metodología se puede usar en la UAQ, pero requiere más herramientas y participación de los estudiantes para que sea efectiva.

3. Fase. Seguimiento de la aplicación de la metodología

A continuación, se presenta las condiciones en las cuales esta fase se aplica.

- Solo dos profesores de la facultad de Psicología y Educación y uno de Contaduría siguieron utilizando la metodología de Aprendizaje Servicio, a los cuales se les dará seguimiento a partir del diario reflexivo y el acompañamiento en su aplicación.

3. Discusión y conclusiones:

Los datos revisados en este documento muestran que los docentes están interesados en encontrar nuevas herramientas que permitan la participación, lo que indica que la metodología Aprendizaje Servicio tiene un potencial para ser establecida.

El deseo de mejorar la enseñanza, el reconocimiento de la participación como un factor importante para el aprendizaje de los estudiantes y el deseo de mejorar la práctica docente son los factores que abren la posibilidad a su institucionalización.

Sin embargo, la verdad sigue siendo evidente: de 40 participantes en una actualización, solo dos continuaron. Hay factores actuales que pueden contribuir a esta situación, como las condiciones laborales precarias actuales, la falta de tiempo para hacer un acompañamiento real por parte del docente a sus estudiantes o la falta de estimulación de la Universidad.

Una propuesta que deja mucho trabajo y responsabilidad al equipo que tiene la intención de implementarlo en la universidad. Deberá estar presente la discusión sobre cómo se pueden trabajar las dimensiones de la práctica docente para que se logre de manera exitosa la institucionalización del Aprendizaje Servicio.

Referencias:

Baibi, P., Chamorro, N y Márquez, S. (2007) Aprendizaje Servicio Solidario: una propuesta pedagógica. *Idealist*.

Fierro, C., Fortoul, B. y Rosas, L. (1999) Transformando la práctica docente. Una propuesta basada en la investigación-acción. Paidós

Hernández, R. (2014) Metodología de la investigación. (6ta ed.) McGraw Hill

Jiménez-Herrera, J. (s.f.). La bitácora col: herramienta didáctica para el desarrollo de habilidades y actitudes de los estudiantes de trabajo social [PDF]. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Recuperado de

https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/julio-jimenez-herrera-la-bitacora-col–herramienta-didactica-para-el-desarrollo-de-habilidades-y-actitudes-de-los-estudiantes-de-trabajo-social.pdf

Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Revista científica Pensamiento y Gestión*, *20*, 165–193. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64602005

México, Instituto Nacional para la Educación de los Adultos. (1981) D. O. F 30 de marzo de 1981, Reglamento para la prestación del Servicio Social de los Estudiantes de las Instituciones de Educación Superior en la República Mexicana. *Reglamentos*. REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL DE LOS ESTUDIANTES DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA REPÚB... (sep.gob.mx)

Pontificia Universidad Católica de Chile. (s. f). *Aprendizaje Servicio 10 años en la UC.* Aprendizaje Servicio UC 10 años (cld.bz)

Puig, J. M., Martín, X., Rubio, L., Palos, J., De La Cerda, M., Gijón, M., & GRAELL, M. 2015. Para evaluar y mejorar un proyecto de aprendizaje servicio es útil analizarlo con la ayuda de una rúbrica. En J. Puig (Coord.), 11 ideas clave ¿Cómo realizar un proyecto de aprendizaje servicio? (pp. 175-178). Barcelona: Graó.

ULACIT. (s.f.). Aprendizaje en servicio. Recuperado de https://www.ulacit.ac.cr/student_services/aprendizaje-en-servicio/

Universidad Autónoma de Querétaro. (s.f.). El modelo educativo universitario (MEU). Recuperado de https://planeacion.uaq.mx/docs/meu/El-Modelo-Educativo-Universitario-MEU.pdf

Ynoub, R. (2011) *El proyecto y la metodología de la investigación.* 1ª ed. CENGAGE Learging.



11° ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORAS E INVESTIGADORES DEL ESTADO DE QUERÉTARO

BLOQUE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

SOMOS UAQ®
SERVIR CONSTRUIR TRANSFORMAR

ÍNDICE

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Armando-Janko González-Alvarado, Jorge-Luis Pérez-Ramos, Luis-Antonio Díaz-Jiménez, Selene Ramírez-Rosales, Daniel Cantón-Enríquez, Hugo Jiménez-Hernández	Tecnologías inteligentes para la detección de fallas estructurales para SmartCities.
Daniel Alegría-Lino, Luis Antonio Díaz-Jiménez, Jorge Luis Pérez-Ramos, Daniel Cantón-Enríquez, Dr. Hugo JiménezHernández, Selene Ramirez-Rosales	Segmentación de áreas de interés basado en movimiento
Robles Sánchez Ana Paola, Oscar Eduardo Ortiz Contreras, Ángeles Cuan Hernández	Reactividad química de la molécula de delfinidina, análisis teórico
Sujey Jiménez Vargas, María Inés Tirado Herrejón, Alejandro Manzano Ramírez, Karen Magaly Soto Martínez	Degradación de Paraquat mediante fotocatálisis con AuNPs sintetizadas con Opuntia Joconostle
Hernández Arroyo, Luis Fernando, Ortiz Contreras, Oscar Eduardo, Nava Mendoza, Rufino	Síntesis de Nanopartículas metálicas de Cobre y Oro
J.C. Garibaldi-Vallejo, E. Muñoz-Arredondo, V.H. Mejía-Trejo, L.S. Pérez-Sánchez, L. Granados-Cruz, R. Chávez-Moreno	Banco de pruebas para control satelital mediante bobinas magnéticas
Jair Antonio Luna-Merlos, Mara Patricia Simeón Chávez, M. B. Ortuño-López, J. López-Barroso.	Diseño y Manufactura de pie protésico de Fibra de Carbono reciclada.
Albero Hernández Ruiz, Francisco Javier Velázquez Bocanegra, V. L. González-Ajuech, C.G. Flores-Hernández, M. B. Ortuño-López.	Ingeniería inversa en ventilas de ABS reciclado
J. A. Pineda-Villanueva, M. B. Ortuño-López	Jethete M152, su comportamiento bajo condiciones de calentamiento extremo
Harold Sánchez Hernández, Diego Alonso Zamora Camacho, Víctor Levi Gonzalez Ajuech, Sara Castilla Rosell, Mónica Balvanera Ortuño López	Diseño de ventanas bioclimáticas inteligentes de materiales semiconductores

Andrea E. Góngora-Tun, Ana Marcela Herrera-Navarro, Hugo Jiménez-Hernández, Luis Antonio Díaz Jiménez, Daniel Cantón Enríquez, Selene Ramírez Rosales, Jorge Luis Pérez Ramos	Análisis del flujo vehicular Mediante Algoritmos Evolutivos para Smart-Cities
Francisco Javier Vega Quintana, Ana Laura Martínez Hernández	Sistema de monitoreo de la calidad del aire respecto a contaminantes criterio (CO, CO2, CH4, O3, y Partículas Suspendidas) en la Zona metropolitana de Querétaro
Elohym Gerardo Gayosso Fuentes, Dr. Raúl Ramírez López, M. Teresa de Jesús Gómez Lemus, M. Omar Alejandro Cervantes Gloria	Diseño, construcción y control de un dron
Fernanda Guadalupe Castro Campos y Marcela Gaytán Martínez	Efecto de los parámetros de extrusión en la formación de almidón resistente tipo 5
Cortés Cuán Manuel Alberto, Castaño Tostado Eduardo, Vázquez Landaverde Pedro, Rivera Pastrana Dulce María, Aguayo Giménez Encarnación, Vázquez Barrios Ma. Estela	Composición y percepción sensorial de tomates de sustratos orgánicos
Dory Amayrani Baltazar Leyva, Margarita Prieto Uscanga, Alicia Prieto Uscanga, Marcela Antonia Juárez Ríos	Diseño de un Sistema Integrado de Gestión para una empresa de servicios de Ingeniería

Tecnologías inteligentes para la detección de fallas estructurales para Smart-Cities.

Armando-Janko González-Alvarado*, Jorge-Luis Pérez-Ramos*, Luis-Antonio Díaz-Jiménez, Selene Ramírez-Rosales, Daniel Cantón-Enríquez, Hugo Jiménez-Hernández

CIICCTE, Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro, Juriquilla, Querétaro, 76230, México.

*Correspondencia:
gonzaljanko97312@gmail.com;
jorgelupr@gmail.com

Resumen. Un sistema de monitoreo inteligente permite a expertos tener información precisa sobre el estado estructural de túneles, puentes o pasos desnivel construidos en asentamientos urbanos. Siendo esto de gran relevancia para la apropiada movilidad de una población, y dar el mantenimiento oportuno de estas estructuras garantizando la seguridad de los usuarios. Para ello, se implementan sistemas con robótica móvil los cuales tiene la libertad de tránsito a través del escenario sin poner en riesgo al personal humano, en ese mismo sentido, es necesario contar con un arreglo adecuado de sensores para la capturar de la topología de la estructura, dichos datos en ocasiones se encuentran incompletos, antes de analizarlos se someten a procesos de completado de datos por medio de diferentes metodologías. Por último, los resultados obtenidos de la experimentación muestran que es posible completar los datos recabados bajo un enfoque basado en estadísticos de medida de tendencia central. Con ello es posible realizar una reconstrucción parcial y ubicación aproximada de las deformaciones o fallas detectadas con la infraestructura urbana analizada.

Palabras clave: Completar datos, Reconstrucción parcial, Detección de fallas, LiDAR, Odometría, Robótica móvil.

Abstract. An intelligent monitoring system gives experts accurate information about the structural condition of tunnels, bridges, or overpasses built in urban settlements. This is of great relevance for the proper mobility of a population and to provide timely maintenance of these structures, guaranteeing the safety of users. For this, mobile robotics systems are implemented, allowing freedom of movement through the scenario without putting human personnel at risk. In the same sense, it is necessary to have an adequate array of sensors to capture the topology of the structure. Sometimes, this data is incomplete, and before analyzing it, it is subjected to data completion processes using different methodologies. Finally, the results obtained from experimentation show that it is possible to complete the data collected under an approach based on central tendency statistical measurement. This makes it possible to perform a partial reconstruction and approximate the location of the deformations or faults detected in the analyzed urban infrastructure.

Keywords: Data completion, Partial reconstruction, Failures detection, LiDAR, Odometry, Mobile robotics.

Introducción

En recientes años y debido a paso de los años es de vital importancia que las autorizades pertinentes den mantenimiento y realicen inspecciones periódicas a las estructuras de construcciones urbanas que son utilizadas por miles de usuarios todos los días.

Un ejemplo claro es la distribución de túneles usados por el metro en la CDMX donde se contabilizan 12 líneas activas del metro con poco

más de 30.06 kilómetros de línea elevada, 63.25 kilómetros de línea superficial y 124.69 kilómetros de línea subterránea, sin tomar en cuenta los kilómetros usados para conceptos como operación, servicio y vuelta, dando un total aproximado de 218.02 kilómetros de línea activa repartido en 277 trenes y 195 estaciones intermedias, donde la vía subterránea es la más crítica en cuanto a mantenimiento representado el 57.2% según datos del Sistema Colectivo Metro de la CDMX, donde se mueven en promedio 57.6 millones de personas al mes según estudios realizados por el INEGI correspondientes al primer semestre del 2021 (Metro CDMX, s. f.) (INEGI, s. f.).

Por otro lado, según datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de la mano de la Subsecretaria de Infraestructura en México se tienen un total de 9,542 puentes actualizado a mayo de 2022 con muchos proyectos activos y en propuesta (*SCT: Puentes Federales,* s. f.). Entre muchas otras obras que requieren de periódica supervisión y mantenimiento programado que asegure su correcta estructuración y funcionamiento, evitando poner en riesgo a todas las personas que los utilizan día con día, y al personal que se encarga de su mantenimiento (Parnas, 2008).

En este tipo de estructuras la inspección para saber el estado de la obra y poder programar su oportuno mantenimiento puede llegar a evitar accidentes como el ocurrido en recientes fechas en un puente de la línea elevada del metro en mayo del 2021, teniendo fatales consecuencias (La Vanguardia, 2021).

En este mismo contexto, la necesidad de una oportuna inspección en este tipo de estructuras urbanas es una tarea fundamental para su correcto mantenimiento prolongando su vida útil y en consecuencia la seguridad de los usuarios que lo usan día con día (Strauß, et al., 2020) (Vandiver, 1975).

El uso de robótica móvil y sensores de distancia ha demostrado ser una gran solución a muchas problemáticas impactando directamente en la calidad de vida de las personas, en este caso en particular puede ser utilizado para reemplazar a los trabajadores que realizan inspecciones periódicas a estas construcciones poniendo en riesgo su vida, por ello el uso de robótica móvil instrumentada es una gran solución para la inspección con presión de estas edificaciones llegando a detectar pequeñas y grandes fallas estructurales que de la mano de un diagnóstico especializado por parte del personal a cargo podría evitar catástrofes (Barrientos, et al., 2007) (Olivares & Gallardo, 2015).

Los sistemas utilizados en este tipo de tareas de monitoreo y medición de variables varían presentando diferentes arquitecturas y cualidades, entre los factores más relevantes a considerar en estos casos, se tiene a) el alcance de detección dependiendo del modelo y la tecnología utilizada, b) la tecnología de los sensores de detección son seleccionados en la mayoría de los casos por las necesidades del escenario a medir, c) la precisión de los sensores atada directamente a la calidad de la electrónica del dispositivo, d) el sistema de control del robot dependiente de los algoritmos utilizados y la arquitectura del robot móvil, e) el sistema de posicionamiento para saber con precisión la ubicación del robot y las lecturas, por último, f) la repetibilidad de la metodología. Cabe mencionar que estos dispositivos no son perfectos, es frecuente encontrar valores erróneos o faltantes en sus lecturas. En consecuencia, es evidente que seleccionar el correcto sensor no es tarea fácil, ya que se debe tener en cuenta las condiciones lumínicas del escenario, distancia de censado, precisión necesaria, por mencionar algunas características. (Alatise & Hancke, 2020) (Colomer, 2018).

Como lo demuestra el estado del arte, una de las mejores opciones por sus ventajas frente a otras tecnologías son los sensores con tecnología

LiDAR, estos proporcionan una nube puntos de forma radial entregando datos de distancia (radio) de detección en milímetros y un ángulo que va de 0 a 360°, el LiDAR es de la marca SLAMTEC y modelo RPLIDAR A1, con un ángulo completo de detección de 360°, rango de detección de 0.15 a 12 metros, resolución de 0.5 mm, resolución angular de $1/3$ ° aproximadamente y con una duración de muestreo de 0.5 ms. La velocidad de muestreos se define como

$$v_m = \frac{360° \ (frec)}{5.5} \qquad (1)$$

donde el 5.5 es el valor en Hz de la frecuencia típica donde las medidas se llevan a cabo cada grado entero, teniendo 360 mediciones, y el valor de $frec$ es la frecuencia a la que se configura para tener mayor o menor resolución de mediciones donde el dominio de la frecuencia queda limitado a $1\ Hz \leq frec \leq 10\ Hz$. El dispositivo se configura con una frecuencia mayor a 5.5 Hz de tal forma que se obtengan 3 mediciones por grado de giro del sensor, dando un número aproximado de 1,080 puntos por vuelta completa en promedio, en numerosos trabajos utilizan para la parte grafica se hará una conversión de mapas polar a una representación rectangular con la siguiente ecuación

$$(r_i, \theta_i) \rightarrow (x_i, y_i) \qquad (2)$$

Con el fin de poder almacenar la información que se recabe del LiDAR en un arreglo bidimensional de tamaño $n \times m$ como lo desarrolla Rico et al. (2012) en su trabajo de reconstrucción 3D con LiDAR, donde n define el número de arreglos o lecturas de vueltas completas realizadas por el sensor LiDAR, y m representaría el delta de desplazamiento angular definido por el hardware. No obstante, se debe hacer la conversión de sistema polar a rectangular con la siguiente ecuación:

$$x_i = r_i \cdot \cos(\theta_i) \qquad (3)$$

$$y_i = r_i \cdot \sin(\theta_i) \qquad (4)$$

Una vez definida la matriz de datos recolectados en la experimentación de tamaño $\Delta x \times \Delta\theta$ donde Δx es la distancia registrada por lectura en milímetros y $\Delta\theta$ define un numero incremental del índice de columna equivalente al ángulo donde se leyó dicho valor. En consecuencia, se forma una matriz de tamaño variable dependiendo de la duración del experimento.

En el estado del arte se mencionan técnicas y diferentes enfoques para completar arreglos de datos faltantes de variables o conjuntos de datos.

Tabla 1. Técnicas de completado de datos. Elaboración propia.

Enfoque	**Descripción**
Media y mediana	Completa los valores por medio de la media o mediana de la variable asociada, metodología simple usado en variables numéricas en distribuciones con tendencias normales. (Carrera, et al., 2016)
Moda	Usado para variables categóricas asociado a un análisis frecuencial de la variable analizada. (Araya, 2011)
Regresión	Enfoque centrado en predecir los valores faltantes de una variable por medio de regresión, se necesita saber la naturaleza d ellos datos y la mejor curva que se ajuste al comportamiento de los datos. (Montero et al., 2016)
Interpolación lineal	Un método bastante utilizado por su simplicidad ya que genera una recta entre dos puntos conocidos para estimar valores intermedios en algún punto de una función lineal (Athawale & Enterazi, 2013).
Algoritmos de aprendizaje automático	Metodologías complejas usando algoritmos basados en *random forest* o redes neuronales obteniendo buenos resultados buenos resultados en datos con relaciones complejas (Belgiu & Drăguţ, 2016).
Regresión múltiple	Incluye múltiples variables independientes, se considera como un modelo de regresión lineal ampliado. (Morantes et al., 2019)
Análisis por cercanía de vecindad	Enfoque basado en la observación activa de similitudes en un vecindario a los datos faltantes, utilizando esta evidencia vecinal para completar, utilizado en estructura de datos que permitan el análisis por vecindario (Muja & Lowe, 2009).

La selección del enfoque más adecuado para una problemática concreta se reduce a la naturaleza de los datos por analizar, en este caso de estudio particular se tienen datos donde se asume un comportamiento cercano al de una distribución

normal, y se observa que existen pocos valores a típicos que puedan llegar a representar una tendencia a los demás datos. Además, de presentar una distribución de los datos de forma no lineal donde el uso de metodologías basadas en regresiones lineales podría generar aproximaciones erróneas.

En síntesis, la idea de completar datos en una sucesión de captura de datos de sensores es una tarea fundamental para realizar tomas de decisión o fusión de datos, impactando áreas de estudio en constante crecimiento, como lo seria aplicaciones en ciudades inteligentes en tareas como conducción de autos autónomos, detección de eventos en escenarios, por mencionar algunas. En el presente trabajo, se presenta una metodología para completar informacion obtenida de un sensor LiDAR con ayuda de robotica movil, aplicando metodologías basadas en medidas de tendencia centeral, como lo es la media, mediana y moda.

Por ultimo, a partir de este punto el trabajo esta organizado en §2 donde se describen los materias y métodos utilizados para el desarrollo del trabajo. En §3 se presentar los resultados obtenidos de la experimentación en un escenario controlado y se logra evaluar el método. Al final se presenta las conclusiones obtenidas, así como los trabajos futuros aplicables a este proyecto de investigación.

Materiales y métodos

Descripción de los datos

Como se observa en la Tabla 1 existen una gran variedad de métodos para poder completar series de datos obtenidas de las lecturas del sensor LiDAR. Los que utilizan complejos algoritmos basados en métodos de inteligencia artificial (IA) como redes neuronales, *Machine Learning* (ML), *Random forest* (RF) son herramientas poderosas que cuando se aplican a problemáticas sencillas presenta problemas de rendimiento y aumento en la complejidad computacional asociada. La opción más asequible para completar la información adquirida en esta aplicación en particular son las metodologías basadas en medidas de tendencia central como la Media, Mediana y Moda.

Los datos se obtienen con lecturas radiales del sensor generando un arreglo de bidimensional, donde se guardan los valores de distancia definidos como x y el valor asociado de ángulo de detección incremental definido por θ donde el domino es $0° \leq \theta \leq 360°$, cada tupla que define la lectura de un punto se puede expresar como se ve en la parte izquierda de la ec. (2) como (x_i, θ_i).

Fundamentación teórica

El uso de un estadístico de medida de tendencia central como factor de ajuste para los datos faltantes permiten completar los datos faltantes en una serie o conjunto de datos de una variable numérica definida como (X), donde $X \in \mathbb{R}$, en este mismo sentido la literatura define a los tres estadísticos básicos para datos no agrupados como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (5)$$

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{\frac{n+1}{2}}, & n\ es\ par \\ \frac{1}{2}\left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}\right), & n\ es\ impar \end{cases} \qquad (6)$$

$$\hat{x} = \arg\max_{X \in \mathbb{R}}(X) \qquad (7)$$

Teniendo pleno conocimiento de la naturaleza de los datos ya que, si los datos se comportan, ya que el uso de la media $\bar{x}$ es sensible a la presencia de valores atípicos desviando la mediana afectando los resultados, en esos casos se prefiere aplicar el concepto de la moda $\hat{x}$ siendo la opción adecuada en presencia de valores atípicos.

Para poder aplicarlo se requiere un modelo de datos que permita el uso de vecindades en una estructura reticular, por tal motivo necesitar construir una matriz de elementos numéricos que contenga los datos de las distancias percibidas por el sensor

donde el número de columnas se relaciona a un índice basado en el ángulo de detección como se ve en la figura1, este orden permite posicionar cada lectura con respecto a un ángulo eliminando el arreglo de valores de ángulo siendo innecesario.

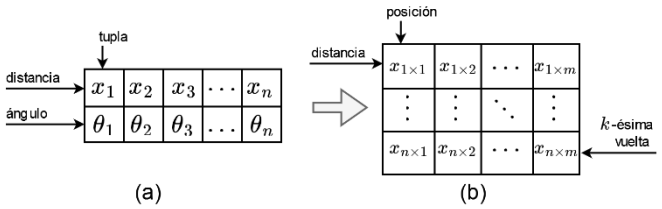


Figura 1. Conversión del (a) arreglo de distancias y ángulos a (b) una representación matricial de distancias. Elaboración propia.

Una vez que se tiene la matriz se define un elemento estructurante de vecindad variable, para casos funcionales una vecindad cuadrada tamaño 3 cubre las necesidades, esta vecindad se define como $V_{3\times3}$ como se ve en la Figura 2, el elemento central lo llamaremos elemento de interés, que serían los valores cero que son aquellos que no dieron un valor útil en la lectura del LiDAR.

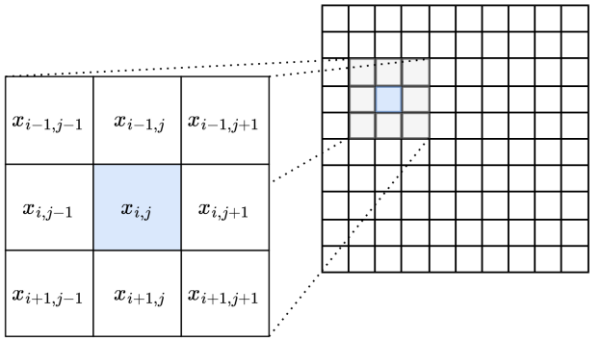


Figura 2. Vecindad de tamaño tres para hacer la búsqueda concreta de elementos de interés. Elaboración propia.

Dicho elemento estructurante viaja de forma iterativa en una secuencia de saltos de columna hasta llegar al final de la fila y realizar así un salto de fila, todo a través de la matriz buscando elementos de interés, en caso particular no es necesario marcar un umbral para filtrar los valores de interés, simplemente el sensor LiDAR almacena un valor numérico cero, cuando no logra capturar un valor útil, ya que no puede medir valores cero de distancia al tener una distancia muerta de detección de pocos milímetros.

Asumiendo esta premisa, podemos definir el proceso de búsqueda iterada para encontrar los valores de interés. Una vez que se determina la posición del elemento (i,j) del dato de interés, usaremos los datos de la vecindad, para calcular la Moda $\hat{x}$, y este nuevo valor es el que se ubica en la posición actual (i,j).

$$\hat{x}_{i,j} = \arg\max_{X\in\mathbb{R}}(X) \qquad (8)$$

Donde X será el conjunto de los valores de la vecindad.

$$X = \{x_{i-1,j-1}, x_{i-1,j}, x_{i-1,j+1}, \dots$$

$$\dots, x_{i,j-1}, x_{i,j+1}, x_{i+1,j-1}, x_{i+1,j}, x_{i+1,j+1}\} \qquad (9)$$

La cardinalidad del conjunto vecindario X da como resultado los ocho elementos circundantes al valor de interés, esta cardinalidad queda definida por el tamaño y forma del elemento vecindad que se aplique, cabe mencionar que los valores que estén en el vecindario y también sean cero serán despreciados del análisis, de no hacerlo modificarían el valor estimado por el enfoque.

Proceso de análisis y evaluación

La metodología por seguir en el presente trabajo se muestra en la figura 3. En primer lugar, se tiene la etapa de inicio de rutina por parte del robot móvil el cual tendrá una velocidad de avance constante asegurando una captura más eficiente y constante de los datos.

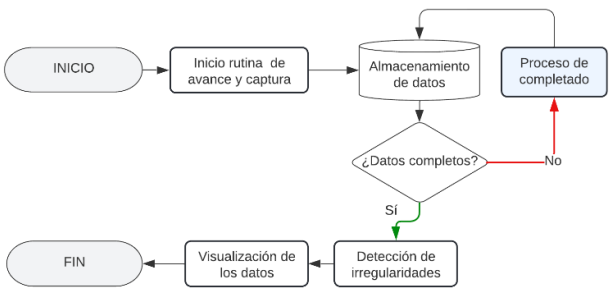


Figura 3. Tareas dentro del aprendizaje automático. Elaboración propia.

Se usa un robot móvil MINDSTORMS® EV3 de LEGO (ver figura 4) el cual se programa por medio de una rutina realizada en Python, la rutina consiste en un avance frontal a una velocidad contante $v = 10\ mm/seg$ lo sufrientemente rápido para asegurar una cobertura con un delta de desplazamiento (Δd) adecuado a la aplicación.

Después de haber capturado la información esta se almacenada en un data set compuesto por dos arreglos, una para almacenar el ángulo θ incremental desde cero hasta un valor cercano a 360°, justo después el valor del ángulo de reinicia interpretando que es una nueva vuelta que realiza el sensor LiDAR, el segundo arreglo corresponde a las distancias definida como x donde $x \in \mathbb{R}^+$ y se representa en milímetros.

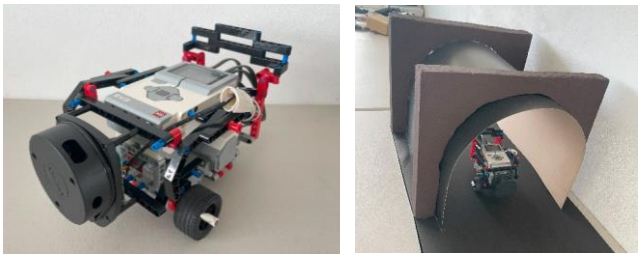


Figura 4. Robot móvil MINDSTORM EV3 con sensor LiDAR y escenario de experimentación.

En ese mismo sentido, estos dos arreglos se someten a una transformación para poder colocarlos en un arreglo bidimensional en una matriz de tamaño definido por el número de vueltas completas realizadas por el LiDAR asociado a la distancia recorrida por el robot móvil y las posiciones angulares al que se hace cada lectura. Dicha matriz permite realizar un recorrido sucesivo por todos los datos a analizar, buscando datos de interés que permitan evaluar el criterio de completado de la información.

Una vez que la etapa de completar la información ha finalizado los datos están listos para ser analizados y realizar una reconstrucción parcial de las superficies navegadas y poder tomar una postura sobre las zonas donde se detentan irregularidades en la superficie o paredes analizadas.

Resultados y su discusión

En esta sección del trabajo realizado, se presenta los resultados obtenidos de la experimentación al aplicar la metodología. En las primeras experimentaciones se realizaron navegaciones de aproximadamente un metro, en el prototipo de escenario creado en el laboratorio como se ve en la figura 4.

El número de mediciones proporcionar por el LiDAR fueron en promedio de 765,000 datos de distancia por recorrido, esta información es fundamental para poder comprender la topografía de la estructura a analizar con el mayor detalle posible. El proceso de completado es importante para garantizar la integridad y representatividad de los datos recabados en cada experimento. En la tabla 2 se observa las características principales de los experimentos y se tiene en promedio las mediciones realizadas de cada experimento y el porcentaje de datos perdidos representado en promedio el 10% de los datos globales, siendo esto de gran preocupación ya que se pierde mucha información que puede representar detalles de importancia en el estado de la estructura.

Tabla 2. Característica de los experimentos realizados. Elaboración propia.

Distancia de muestreo	Numero de datos	Datos faltantes	Porcentaje de datos faltantes
1,099 mm	763,775	83,843	10.98%
993 mm	762,330	78,337	10.28%
1,054 mm	765,645	87,562	11.44%
1,022 mm	764,030	69,128	9.05%

Una vez aplicado el enfoque de completar los datos bajo el criterio de la moda de los elementos que circundan y forma parte del vecindario de radio igual a un desplazamiento del dato corrupto

encontrado, aplicando la ec. 8 y 7 respectivamente. Es importante mencionar que un enfoque basado en vecindarios trabaja bajo la hipótesis de que los valores circundantes al valor atípico tienen la misma naturaleza a dicho valor, por ello resulta ser una buena estimación del valor real no medido.

Con el enfoque propuesto se logró darles un valor confiable a los valores faltantes de la matriz de distancias, dependiendo del vecindario analizado, se logra mejorar la integridad de la información capturada. Por otro lado, se compara la experimentación de varias corridas con ciertas irregularidades sobre las paredes para poder hacer una comparativa con el patrón base que fue el primer experimento y poder ver si la diferencia entre los escenarios y detecta las zonas con detalles relevantes como se aprecia en la figura 5.

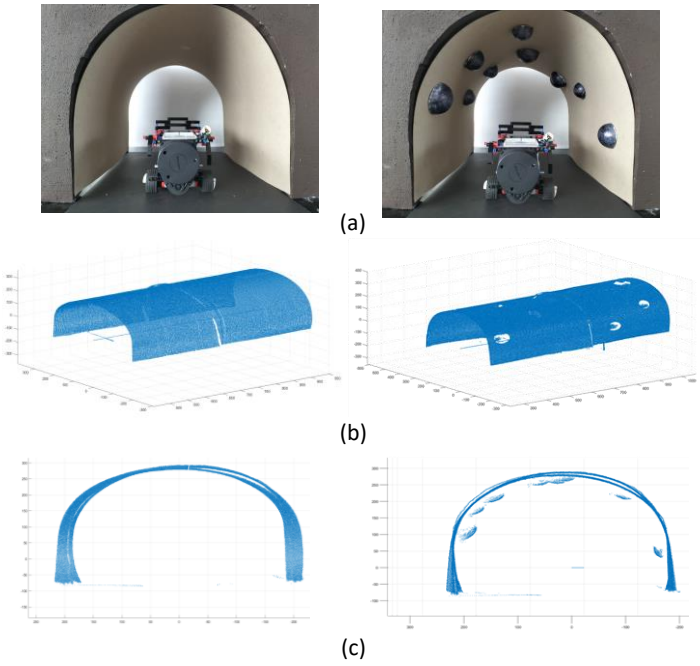


Figura 5. Resultado de experimentación de un (a) patrón base reconstruido y con deformaciones en las paredes visibles desde la (b) vista frontal e (c) isométrica del escenario.

Finalmente se logra demostrar la eficiencia del enfoque utilizado considerando un vecindario de tamaño fijo, si se cambia la forma y tamaño del elemento vecindario se esperaría tener resultados diletantes, también se debe considerar la posible presencia de valor atípicos que puedan llegar perturbar el valor propuesto a rellenar. Por lo tanto, se recomienda hacer un análisis extra del vecindario y poder despreciar estos valores atípicos que modifican la naturaleza del vecindario.

Conclusiones

Este trabajo representa el inicio de la línea de investigación en robótica de inspección inteligente, en donde se plantean tecnologías eficientes para el monitoreo insito y dinámico de escenarios cambiantes: En este caso el de reconstrucción de geometrías tipo túnel para la detección oportuna de fallas.

En este sentido se expuso una tecnología de adquisición y filtrado de información mediante LiDAR que permite completar los datos de lecturas. Este modelo asume un comportamiento similar en los vecinos analizados numéricamente hablando.

Al final se comprobó que la propuesta fue efectiva para el caso de estudio completando los datos faltantes en el conjunto global de datos, en la figura 5 de observa el aumento en la densidad de puntos de las zonas de detección, así como la detección relieves estructurales.

Trabajos a futuro

Como trabajo a futuro, se propone considerar la reconstrucción completa de la superficie censada, es decir construir superficies en tres dimensiones que permitan una visualización con un mapa de pseudocolor las distancias y variaciones sobre la pared detectada. Por último, se propondría extender el alcance de la aplicación de la metodología para hacer diversas tareas como: 1) el análisis en suelos con el fin de detectar posibles hundimientos, baches y deformaciones que puedan definir de forma confiable el estado de los caminos y carreteras de cualquier tipo de asentamiento poblacional y 2) analizar la distancia paralela en vías férreas detectando aperturas o cerraduras evitando

potenciales accidentes en este tipo de sistemas de transporte.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Investigación e Innovación en Ciencias de la Computación y Tecnología Educativa (CIICCTE) de la Facultad de Informática de la UAQ por el espacio brindado para la realización de este trabajo.

Referencias

Agencias, R. l. (2021, 4 mayo). Al menos 23 muertos y 70 heridos al partirse un puente del metro en Ciudad de México. La Vanguardia. https://www.lavanguardia.com/internacional/20210504/7426767/accidente-metro-ciudad-mexico-muertos.html

Araya-López, J. L. (2011). Resultados de un control de calidad de datos de temperatura superficial del aire y humedad relativa. Revista Tecnología en Marcha, 24(1), ág-33.

Barrientos, V. R., Sánchez, J. R. G., & Silva-Ortigoza, R. (2007). Robots móviles: evolución y estado del arte. Polibits, 35, 12-17.

Belgiu, M., & Drăguţ, L. (2016). Random Forest in Remote Sensing: A review of applications and future directions. Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 114, 24-31. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.01.011

Carrera-Villacrés, D. V., Guevara-García, P. V., Tamayo-Bacacela, L. C., Balarezo-Aguilar, A. L., Narváez-Rivera, C. A., & Morocho-López, D. R. (2016). Relleno de series anuales de datos meteorológicos mediante métodos estadísticos en la zona costera e interandina del Ecuador, y cálculo de la precipitación media. Idesia (Arica), 34(3), 81-90.

Cdmx, M. (s. f.). Longitudes líneas. Metro CDMX. https://metro.cdmx.gob.mx/longitud-lineas.

Colomer, B. J. (2018, 1 junio). Estudio de los sensores para la detección de obstáculos aplicables a robots móviles.

De Estadística Y Geografía, I. N. (s. f.). Transporte de pasajeros. https://www.inegi.org.mx/temas/transporteurb/

Montero Granados. R (2016): Modelos de regresión lineal múltiple. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España

Morantes, G., Polo, G. R., & Pérez-Santodomingo, N. A. (2019). MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA ESTIMAR CONCENTRACIÓN DE PM1. Revista Internacional De Contaminacion Ambiental, 35(1), 179-194. https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.01.13

M. A. Olivares y J. A. Gallardo, “Sistema de localización autónoma para robots móviles basado en fusión de sensores propioceptivos,” Revista Politécnica, vol. 11, no. 21, pp. 75-84, 2015.

M. B. Alatise and G. P. Hancke, "A Review on Challenges of Autonomous Mobile Robot and Sensor Fusion Methods," in IEEE Access, vol. 8, pp. 39830-39846, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2975643.

Muja, M., & Lowe, D. G. (2009). Fast approximate nearest neighbors with automatic algorithm configuration. VISAPP (1), 2(331-340), 2.

Parnás, V. E. (2008). FALLAS ESTRUCTURALES EN TORRES RETICULADAS PARA TELECOMUNICACIONES. Revista científica de Arquitectura y Urbanismo, 29, 57-63.

Rico Jiménez, J. de J., González Barbosa, J. J., Hurtado Ramos, J. B., Ornelas Rodríguez, F. J., Hernández García, D. E., & González Barbosa, R. (2012). Digitalización del entorno a partir de un LIDAR HDL-64E. Nexo Revista Científica, 25(1), 28–37. https://doi.org/10.5377/nexo.v25i1.795

Secretaria de Comunicaciones y Transportes: Puentes de la Red Federal de Carreteras. (s. f.). https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/puentes-de-la-red-federal-de-carreteras/

Strauß, A., Bień, J., Neuner, H., Harmening, C., Seywald, C., Österreicher, M., Voit, K., Pistone, E., Spyridis, P., & Bergmeister, K. (2020). Sensing and monitoring in tunnels Testing and monitoring methods for the assessment of tunnels. Structural Concrete, 21(4), 1356-1376.

T. Athawale and A. Entezari, "Uncertainty Quantification in Linear Interpolation for Isosurface Extraction," in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 19, no. 12, pp. 2723-2732, Dec. 2013, doi: 10.1109/TVCG.2013.208.

Vandiver, J. K. (1975). Detection of structural failure on fixed platforms by measurement of dynamic response. Offshore Technology Conference.

Segmentación de áreas de interés basado en movimiento

Daniel Alegría-Lino [1], Luis Antonio Díaz-Jiménez[1], Jorge Luis Pérez-Ramos[1] , Daniel Cantón-Enríquez[1], Dr. Hugo Jiménez-Hernández [1], Selene Ramirez-Rosales[1].

[1] Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Informática Av. de las Ciencias S/N, Juriquilla, 76230 Santiago de Querétaro, Qro., México.

Resumen

La gran cantidad y calidad de la información disponible hoy en día hacen que sea más importante que nunca interesarse por las ventajas de conocer lo que sucede en nuestro entorno. Con la ayuda de técnicas de visión, los sistemas de vigilancia nos permiten estudiar y recopilar datos de las acciones de los objetos, así como el conocimiento de áreas de interés en escenarios que se desean ser analizados. La definición de áreas de interés en escenarios basados en movimientos nos proporciona mayor precisión en la relevancia de las áreas que pueden ser analizadas y también sobre cuales no hay interés lo cual puede significar como áreas de peligro. La información obtenida de estas áreas es de gran utilidad para el modelado, inferencia y detección de actividades y comportamientos a través de diferentes enfoques que existen en la literatura.

Palabras clave: Segmentación, Áreas de Interés, Movimiento.

Abstract

The large amount and high standard of information available today make it more important than ever to be interested in what is happening in our environment. With the aid of vision techniques, surveillance systems allow us to study and gather data from the actions of objects. Surveillance systems enable us to research and gather information on object behavior and knowledge of critical locations in scenarios we wish to analyze. Defining areas of interest in scenarios based on movements gives us more clarity regarding the relevance of the areas that can be analyzed and areas where there is no interest, which can be areas of danger. Information gathered from these areas is beneficial for modeling, inferring, and detecting activities and behaviors using a variety of approaches described in the literature.

Keywords: Segmentation, Areas of Interest, Movement.

Introducción

El análisis de imágenes en el área de visión por computadora resulta una herramienta de utilidad principalmente para el monitoreo y conocimiento del desplazamiento de objetos en un escenario, que incluye los diferentes factores y reglas que se ven involucradas (Perera et al., 2017). El análisis de la dinámica de un objeto es una herramienta para actividades de mayor nivel de abstracción, como la inferencia de actividades o interacciones (Dao Thi Hue et al., 2017) (Anika et al., 2017).

Los sistemas de vigilancia están diseñados para proporcionar una comprensión y análisis de actividades basadas en el conocimiento adquirido y para operar sobre lo observado en diferentes contextos, donde se incluye el transporte, las carreteras, los aeropuertos, las escuelas, los comercios, los hogares, entre otros (Perera et al., 2017).

Las principales aplicaciones de sistemas de vigilancia incluyen el monitoreo de tráfico de automóviles y peatones, seguimiento de actividad humana, conteo de personas, etc. Estos sistemas están diseñados para proporcionar una comprensión y análisis de actividades basadas en el conocimiento adquirido y operar sobre lo observado en diferentes contextos, ya sea en transporte, carreteras, aeropuertos, escuelas, comercios, hogares, entre otros (Cheng & Wang, 2014).

La segmentación de imágenes es uno de los problemas principales en el campo del procesamiento de imágenes y la visión artificial (Malik et al., 2012). La segmentación de imágenes es el dividir en áreas o regiones de relevancia basado según las características de la imagen, estas regiones son conjuntos de píxeles y tienen información significativa sobre el análisis que se está realizando (Malik et al., 2012).

La segmentación basada en el movimiento está destinada a identificar áreas de importancia o relevancia en los escenarios de una secuencia de

fotogramas, donde el movimiento es representado por la diferencia entre fotogramas (Alruwaili et al., 2019).

Un video es una serie de imágenes fijas, que se denominan fotogramas. Cuando miras esta serie de fotogramas a cierta velocidad una tras de otra, se genera la ilusión de un movimiento fluido.

Los videos se pueden representar como una serie finita imágenes estáticas. Cada imagen es un conjunto de $m * n * k$ pixeles que se refiere a una matriz y una representación en color. Cada imagen tiene una representación en color, tiene múltiples formas de representarse, una forma común de representación es la notación RGB (Khoo & Ong, 2014).

El color en su sistema RGB consta de tres valores R(red), G(green) y B(blue). Cada valor RGB tiene una profundidad de 2^8, en otras palabras, el color se puede representar como una saturación de los tres valores en RGB que van desde 0 hasta 255 (Khoo & Ong, 2014).

El HUE es una métrica medida en ángulos (0º a 360º) que nos representa la tonalidad del color asignado, independientemente de su Saturación o Iluminación.

De acuerdo con el ángulo (HUE) está directamente relacionado con la intensidad y presencia del color rojo(R), verde(G) y azul(B). Los valores se pueden dividir en 360º de HUE, a su vez divididos en 6 sectores donde cada valor de RGB puede: existir a máxima intensidad (d-1), no estar en lo absoluto (0) o estar en un gradiente lineal de un estado a otro.

En los sistemas de vigilancia, la inferencia de actividades se ha convertido en una de las tareas más desafiantes. Las variables involucradas dificultan la extracción de información sobre cómo se comporta la dinámica de un objeto y su significado (Heilbron et al., 2015), además de la gran colección de enfoques para ellos, por lo cual automatizar cierta información que pueda ser utilizada en los en los enfoques ayudará a comparar, diferenciar y elegir el mejor de acuerdo con la problemática planteada.

El proceso de aprendizaje representa una de las etapas sensibles del proceso de inferencia automática debido a que requiere la identificación de las zonas espaciales que tienen relevancia o importancia asociado a un significado.

Analizar entorno nos permite facilitar y definir estructuras en los escenarios, además del poder determinar movimiento o comportamiento (Nakazawa et al., 1998)

Conocer nuestro entorno trae consigo la utilización de varios métodos y enfoques que se utilizan, buscando soluciones adecuadas y de facilidad de uso, por lo cual para el análisis de actividades se utiliza el SEL. SEL(Semantic Event Language) es un lenguaje para descripción de eventos a partir de una gramática especifica.

Las actividades son modeladas a partir de áreas de interés o relevantes que son enlistadas basadas en una matriz 9x16 para después poder realizar la inferencia y análisis de actividades (Ramírez-Rosales et al., 2021).

Metodología

El poder analizar diferentes escenarios y poder obtener una lista de áreas de intereses basado en su importancia o relevancia es uno de los objetivos de esta investigación. Por lo cual, se ha divido en 8 pasos, en la Fig. 1 se muestran cada uno de ellos y más adelante se describen.

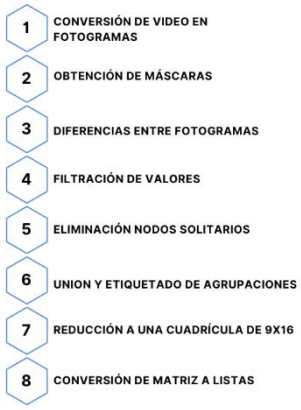


Fig.1. Metodología de la investigación.

1. **Conversión de video en fotogramas**

Se elige un escenario para poder grabar o tener un sistema de vigilancia, el cual se graba por un tiempo determinado para después obtener los fotogramas por los cuales están compuestos y poderlos analizar.

2. **Obtención de Máscaras**

Se toman pocos fotogramas libres de movimiento, y generamos 36 mascaras correspondientes a distintos grupos de valores de HUE, para poder tener una muestra de los valores de HUE que se puede esperar que aparezcan en cada zona del fondo.

Todo valor que se encuentre en la mascar indicará si en esa zona se debería de ignorar o tomar en cuenta los cambios en esa tonalidad específica.

En la Fig. 2 se observa la máscara de la tonalidad verde de una imagen específica, como se observa, todo lo que en el fondo es verde se marca de blanco, lo que significa que se va a ignorar.

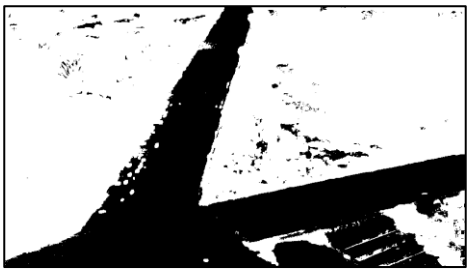


Fig. 2. Máscara correspondiente a tonalidades verdes

3. **Diferencia entre fotogramas**

En la detección de movimiento, se analizará el escenario donde se obtendrá el movimiento en diferentes escenarios a partir de algunos enfoques para la obtención de movimiento, donde se utilizará el enfoque de diferencias temporales.

En las diferencias temporales consiste en la resta de dos fotogramas consecutivos seguidos de umbral y sustracción de fondo se basa en la resta de un fondo o modelo de referencia y la imagen actual. En ambos puede utilizarse operaciones morfológicas para reducir el ruido de los resultados obtenidos (Valera & Velastin, 2005).

Este método de detección de movimiento destaca por su bajo coste en procesamiento y velocidad, con la limitante de que se requiere un fondo estático, como el que se encuentra en cámaras de seguridad.

Consiste en tomar un frame (Fk) y su frame previo $(Fk-1)$ y restar cada uno de los valores de cada posición en la matriz (x, y) y obtener el valor absoluto resultante, en caso de que el valor sea mayor a un umbral (th) determinado al inicio, esa posición (x, y) en la matriz obtendrá el valor 1, si no se convertirá en 0.

Restamos ambas matrices con los valores de HUE, y el valor absoluto del resultado de esta resta se convertirá en una nueva matriz que almacenaremos

Se repetirán estos procesos con cada pareja de fotogramas, al obtener todas las diferencias entre cada pareja de fotogramas, se sumarán las $n-1$ matrices de diferencias y como resultado podemos obtener sombras como las que se muestran en la Fig.3.



Fig.3. Imagen obtenida por medio de la suma de diferencias de HUE.

Si en lugar de calcular estas diferencias restando los valores de HUE, optamos por calcular restando los valores de RGB, obtendremos una sombra llena de ruido y con manchas de datos irrelevantes como lo son los cambios de luz y bordes de objetos estáticos como techos, como se observa en la Fig. 4.



Fig.4. Imagen obtenida por medio de la suma de diferencias de RGB.

4. Filtración de valores

Para obtener los datos significativos se usó el método de normalización, este consiste en convertir cada valor del conjunto de datos en la cantidad de desviaciones estándar que se encuentran dentro del promedio.

Recordemos que el valor que nos quedó después de aplicar la normalización representa que tan lejos estamos del promedio de la población dada usando como medida la desviación estándar, por lo tanto, se puede deducir que todos los valores que tengan un valor positivo se encuentran encima de la media.

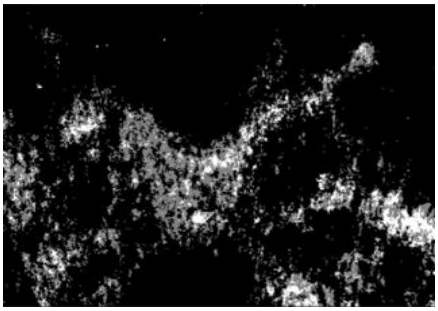


Fig. 5. Resultado de filtrado

En la Fig. 5 podemos ver que las zonas blancas son las de mayor representación, siguiendo con las grises y zonas negras son las no representativas.

5. Eliminando nodos solitarios

Una vez obtenidas las zonas representativas, aún existen varios puntos dispersos, para poder reducir la cantidad de grupos, eliminaremos los nodos/posiciones con menos vecinos en un radio determinado, similar a lo que ocurre en el Juego de la vida de John Horton Conway o en las operaciones morfológicas de dilatación.

En el juego mencionado anteriormente, se trata a cada posición de la matriz como una célula o pixel en una generación actual, dependiendo de la cantidad de vecinos activos que tenga la célula(posición) actual, esta pasará a un estado de vida o muerte.

En la Fig. 6 se realiza un eliminado con un radio de 2 y un mínimo de 18 vecinos, luego se realizó el mismo proceso con un radio de 3 y un mínimo de 26 vecinos.



Fig.6. Eliminación de nodos solitarios.

6. Unión y etiquetado de agrupaciones

Los resultados obtenidos hasta el momento son grupos dispersos, muchos de ellos separados por distancias muy pequeñas. Para realizar una unión de las zonas, se utilizó un método algorítmico donde se revisará desde cada posición de la matriz si existe otra posición con un valor mayor a 0 en un cierto rango, en caso de ser así, los nodos/posiciones entre estos dos tomaron un valor mayor a 0 (1 en este caso), este proceso se repite el radio/2 veces, además se revisa de manera horizontal, vertical y diagonalmente, así como se puede observar en la Fig. 7.



Fig. 7. Resultado tras unir las agrupaciones.

Usando una implementación del algoritmo Flood Fill en 8 direcciones y usando una pila, se le asigna un valor distinto a cada agrupación, esto con el objetivo de poder diferenciar a nivel de código, como se puede ver en la Fig.8.



Fig. 8. asignación de grupos.

Con los elementos ya etiquetados, resulta más fácil obtener las dimensiones de cada conjunto, conociendo con exactitud qué dimensiones tiene cada conjunto, además podemos saber con complejidad $n * m$ el orden de mayor a menor cada conjunto en base a sus dimensiones. En la Fig.9 se puede observar que de la Fig.8 se eligieron los conjuntos mas relevantes.



Fig.9. Resultado tras tomar únicamente los 6 mayores grupos.

7. Reducir a una cuadrícula de 9x16

En el lenguaje SEL es necesario trabajar en una cuadrícula 9x16 por lo cual se divida en 9 columnas y 16 filas (144 sectores), para esto se contabilizará que cada isla es la que tiene más presencia en ese sector, en caso de que ese sector, en caso de que ninguna isla se encuentre en ese sector, entonces se le asignará a ese sector el valor de 0, como se puede observar en la Fig. 10.

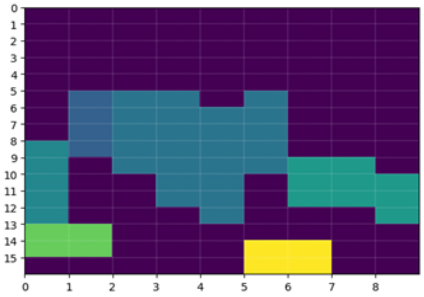


Fig. 10. Resultado de una matriz de 9x16

8. Conversión de matriz a listas

Se convertirá la matriz de los valores con mayor presencia en una serie de listas de tuplas, donde cada tupla representa la posición donde se tuvo representación. Tras convertir la matriz del paso anterior a una serie de listas como se puede ver en la Fig. 11.

```
NOMBRE= [(Y,X),(X,Y),.....]

lista_4 = [(5, 1), (6, 1), (7, 1), (8, 1)]
lista_5 = [(5, 2), (5, 3), (5, 5), (6, 2), (6, 3), (6, 4), (6, 5), (7, 2), (7, 3),
          (7, 4), (7, 5), (8, 2), (8, 3), (8, 4), (8, 5), (9, 2), (9, 3), (9, 4),
          (9, 5), (10, 3), (10, 4), (11, 3), (11, 4), (12, 4)]
lista_6 = [(8, 0), (9, 0), (10, 0), (11, 0), (12, 0)]
lista_7 = [(9, 6), (9, 7), (10, 6), (10, 7), (10, 8), (11, 6), (11, 7), (11, 8),
          (12, 8)]
lista_10 = [(13, 0), (13, 1), (14, 0), (14, 1)]
lista_13 = [(14, 5), (14, 6), (15, 5), (15, 6)]
```

Fig.11. Resultado tras convertir la matriz a listas

Resultados

En los resultados obtenidos se trabajaron diversos análisis de un mismo escenario bajo diferentes videos, es decir bajo un mismo escenario se analizaron varios horarios y actividades para obtener las variedades de áreas de importancia.

El escenario que se analizó es el que se puede visualizar en la Fig. 12. El cual tiene características de ruido por el ambiente abierto que se tiene y los diferentes factores externos que se tienen como luminosidad y viento.

En la Tabla 1, se muestran las variaciones de los estados que se analizaron.



Fig.12. Fotograma de video analizado

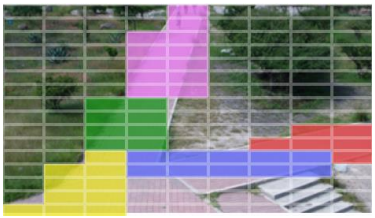
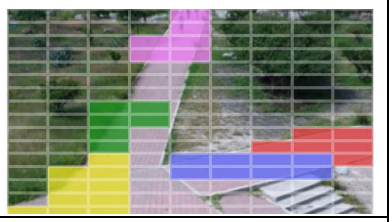
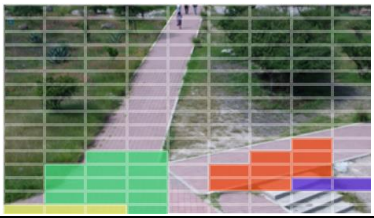
Tiempo	No. de Estados detectados	Escenario segmentado
10 min	5 estados	
5 min	5 estados	
3 min	4 estados	

Tabla 1. Estados generados tras analizar el video

```
morado= [(0, 4),(1, 4),(2, 3),(2, 4),(3, 3),(3, 4),(4, 4),(4, 3),(5, 3),
         (5, 4),(6, 3),(6, 4)]
verde = [(7, 3),(7, 2),(8, 2),(9, 2),(8, 3),(10, 2),(9, 3),(10, 3)]
amarillo = [(15, 0),(15, 1),(15, 2),(14, 1),(12, 1),(13, 1),(12, 2),(11, 2),
            (13, 2),(14, 2)]
azul =[(11, 4),(12, 4),(12, 5),(11, 5),(11, 6),(12, 6),(11, 7),(12, 7)]
rojo =[(10, 6),(9, 7),(10, 7),(9, 8),(10, 8),(11, 8)]
```

a) 10 minutos

```
morado= [(0, 4),(1, 4),(2, 3),(2, 4),(3, 3),(3, 4)]
verde = [(7, 3),(7, 2),(8, 2),(9, 2),(8, 3),(10, 2)]
amarillo = [(15, 0),(15, 1),(15, 2),(14, 1),(12, 1),(13, 1),(12, 2),
            (11, 2),(13, 2),(14, 2)]
azul =[(11, 4),(12, 4),(12, 5),(11, 5),(11, 6),(12, 6),(11, 7),(12, 7)]
rojo =[(10, 6),(9, 7),(10, 7),(9, 8),(10, 8),(11, 8)]
```

b) 5 minutos

```
amarillo = [(15, 0),(15, 1),(15, 2)]
verde = [(12, 1),(13, 1),(14, 1),(14, 2),(13, 2),(11, 2),(12, 2),(11, 3),
         (13, 3),(12, 3),(14, 3),(15, 3)]
rojo  = [(12, 5),(13, 5),(13, 6),(12, 6),(12, 7),(11, 6),(10, 7),(11, 7)]
azul  = [(13, 7),(13, 8)]
```

c) 3 minutos

Fig.13. Lista de áreas relevantes de la parte experimental.

El tiempo de análisis es un factor importante en la obtención de estados , ya que como se puede observar en la Tabla 1 entre mas tiempo se analice se obtendrán mejores resultados, sin embargo en la experimentación de 3 min podemos observar que aunque no se presentó movimiento en ciertas áreas la mayoría suele ser similar. La obtención de las áreas de interés son de utilidad para el modelado de actividades a través del leguaje SEL, donde ahora la parte de la generación de las áreas de interés o estados se presentara de manera automática y basada en un análisis previo.

Conclusiones

El algoritmo desarrollado, nos permite poder distinguir diversos grupos de movimiento, este además, soluciona algunos retos como el análisis de movimiento independiente de los cambios de luz a lo largo del tiempo, lo cual nos permite trabajar en exteriores con menos conflictos, además a lo anterior el algoritmo logra su cometido en un tiempo lineal y predecible.

Lo anterior tiene un amplio impacto sobre todo cuando se analizan comportamientos en espacios públicos en exteriores como parques, centros deportivos, etcétera.

Además, se logró observar que después de cierto número de fotogramas analizados, los estados obtenidos que se obtienen tienden a ser los mismos, esto nos permite tener resultados consistentes y asegurarnos que el tamaño de la muestra ya es óptimo.

Referencias

Alruwaili, M., Siddiqi, M. H., & Ali, A. (2019). Human Body Segmentation Using Level Set-Based Active Contours With Application on Activity Recognition. *IEEE Access*, *7*, 157841–157858. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950063

Anika, A., Karim, L., Muntaha, R., Shahrear, F., Ahmed, S., & Ahmed, T. (2017). *Multi image retrieval for kernel-based automated intruder detection*. 1–5. https://doi.org/10.1109/TENCONSpring.2017.8070045

Cheng, Y. H., & Wang, J. (2014). A Motion Image Detection Method Based on the Inter-Frame Difference Method. *Mechanical Design and Power Engineering*, *490*, 1283–1286. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.490-491.1283

Dao Thi Hue, L., Duong, D. T., & HoangVan, X. (2017). HEVC based distributed scalable video coding for surveillance visual system. *2017 4th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science*, 314–318. https://doi.org/10.1109/NAFOSTED.2017.8108084

Heilbron, F. C., Escorcia, V., Ghanem, B., & Niebles, J. C. (2015). *ActivityNet: A large-scale video benchmark for human activity understanding*. 961–970.

Khoo, H. K., & Ong, H. C. (2014). Generalization of hue in the RGB cube space. *2014 12th International Conference on Signal Processing (ICSP)*, 631–636. https://doi.org/10.1109/ICOSP.2014.7015080

Malik, A., Salcic, Z., Chong, C., & Javed, S. (2012). System-level approach to the design of a smart distributed surveillance system using Systemj. Transactions on Embedded Computing Systems, 11(4), 1–24. https://doi.org/10.1145/2362336.2362344

Nakazawa, A., Kato, H., & Inokuchi, S. (1998). Human tracking using distributed vision systems. Proceedings. Fourteenth International Conference *on Pattern Recognition (Cat. No.98EX170)*, *1*, 593–596. https://doi.org/10.1109/ICPR.1998.711213

Perera, C., Qin, Y., Estrella, J. C., Reiff-Marganiec, S., & Vasilakos, A. V. (2017). Fog computing for sustainable smart cities: A survey. ACM Computing Surveys, 50(3). https://doi.org/10.1145/3057266

Ramírez-Rosales, S., Vázquez-Cervantes, A., Herrera-Navarro, A. M., & Jiménez-Hernández, H. (2021). Sistema de vigilancia distribuido basado en un lenguaje de descripción de eventos. Revista Nthe, 129–137.

Valera, M., & Velastin, S. A. (2005). Intelligent distributed surveillance systems: A review. IEE Proceedings: Vision, Image and Signal Processing, 152(2), 192–204. https://doi.org/10.1049/ip-vis:20041147

Reactividad química de la molécula de delfinidina, análisis teórico

Robles Sánchez Ana Paola, Oscar Eduardo Ortiz Contreras, Ángeles Cuan Hernández
Facultad de Ingeniería, Facultad de Química UAQ
Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, México
arobles07@alumnos.uaq.mx

Resumen- Se presenta el estudio de la estabilidad en diferentes disolventes y su efecto en la reactividad química para la molécula de delfinidina, utilizando como herramienta el modelado molecular. El modelado estructural de la delfinidina en los diferentes disolventes (agua, metanol, etanol y acetona) se realizó en base a las estructuras predominantes de la delfinidina de acuerdo a los pH (1, 4.5, 5.5 y 7). Los estudios mecánico cuánticos se realizaron utilizando la teoría de funcionales de la densidad (DFT), seleccionando un funcional híbrido B3LYP y empleando un conjunto base 6-311+g (d,p). Se obtuvieron las energías de solvatación de la molécula de delfinidina con los diferentes solventes, utilizando ~~el~~ método de polarización continua (SMD), para el modelo de solvatación, encontrando que en metanol es donde mejor se disuelve la molécula. Además, se obtuvieron los índices de reactividad química para la molécula considerando el efecto del disolvente, encontrando que cuando se utiliza agua como disolvente, es cuando adquiere una menor dureza, lo cual hace a la delfinidinina más susceptible, esto es, más reactiva. Los resultados también mostraron que a pH < 2 cuando se utiliza metanol como disolvente, el átomo de hidrógeno del grupo hidroxilo unido al carbono 4´ es el más propenso a donar hidrógenos.

Palabras clave: antocianinas, delfinidina, efecto del solvente, pH, DFT.

Abstract- The study of the stability in different solvents and its effect on the chemical reactivity for the delphinidin molecule is presented, using molecular modeling as a tool. The structural modeling of delphinidin in the different solvents (water, methanol, ethanol and acetone) was carried out based on the predominant structures of delphinidin according to the pH (1, 4.5 and 7). Quantum mechanical studies were performed using density functional theory (DFT), where the selected functional was a hybrid functional B3LYP-and the employing basis set was the 6-311+g(d,p). The solvation energies of the delphinidin molecule were obtained for the different solvents, by means of a polarizable continuum method (SMD) for the solvation modeling, finding that the molecule dissolves best in methanol. Quantum mechanical studies were performed using density functional theory (DFT), where the selected functional was a hybrid funtional B3LYP and the employing basis set was the 6-311G (d,p). The solvation energies of the delphinidin molecule were obtained for the different solvents, by means of a polarizable continuum method for the solvation modeling, finding that the molecule dissolves better in methanol. In addition, the chemical reactivity indexes for the molecule were obtained considering the solvent effect, finding that when water is used as a solvent, it acquires less hardness, making it more susceptible, that is, more reactive. The results also showed that at pH < 2 using methanol as solvent, the hydrogen atom of the hydroxyl group attached to the 4' carbon is the most likely to donate hydrogens.

Keywords: anthocyanins, delphinidin, solvent effect, pH, DFT.

1. Introducción

Las antocianinas forman parte de la familia de flavonoides, son metabolitos generados por la misma vía biosintética en plantas (Panchal et al., 2022) y confieren la pigmentación azul, rojo o púrpura a diversas flores, frutos y vegetales (Khoo et al., 2017), como lo son las bayas (mora, ironía, saúco, uva, frambuesa, etc.), cereza, fresa, maíz morado, camote amarillo, granadas y cebolla roja (Bendokas et al., 2020; Chaiyasut et al., 2016). Recientemente las antocianinas han sido ampliamente estudiadas por sus diversas actividades farmacológicas (actividad antioxidante, prevención de enfermedades neurodegenerativas y de cardio protección) (Bendokas et al., 2020; Liu et al., 2021). Las antocianidinas son la forma aglicona de las antocianinas, estas últimas poseen una o más azúcares enlazados al oxígeno de C3 o C3 y C5 principalmente (ver Fig 2, para la numeración). Además, de las más de 600 antocianinas que se han identificado, sólo 5 de estas se encuentran en mayor abundancia y se clasifican de acuerdo con los grupos hidroxilo del esqueleto "flavylium" que caracteriza a la antocianidina. (Chaiyasut et al., 2016; Matera et al., 2015).

El pH juega un papel fundamental en la estructura de las antocianinas al propiciar reacciones ácido-básicas, de isomerización o de adición de una molécula de agua. Para un pH menor a 3 la estructura mayoritaria es el catión flavilio (HA+), con un pK_a de 4-5 para la formación de la base conjugada A (Base quinoidal). Una adición nucleofílica en el carbono 2 de H_2O resulta en la formación de la forma hemiacetal incolora, que tras un aumento en el pH conlleva a la formación de su tautómero incoloro Chalcona (Fig. 1) (Dangles & Fenger, 2018; Khoo et al., 2017). A parte de la importancia en el pigmento que adopta al variar el pH, en su utilización como colorante natural en aditivos de alimentos, en la enología (Zhang et al., 2019) o incluso como indicador inteligente en el empacado de productos para acertar su frescura (Roy & Rhim, 2020), también durante la digestión, los diferentes niveles de pH en el cuerpo propician el estado mayoritario de una estructura u otra.

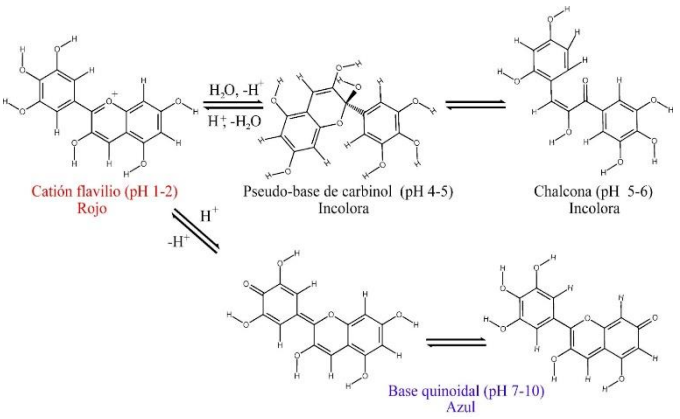


Figura. 1. Estructuras de la delfinidina a diferentes pHs. Catión flavilio (pH 1-2) se observa la predominancia del ión oxonio en el anillo B. Pseudo-base de carbinol (pH 4-5) producto de la reacción de hidratación del catión flavilio. Base quinoidal (pH 7-10) producto de la reacción ácida del catión flavilio, los enlaces pi conjugados de la estructura le proporcionan la absorción en el espectro visible. Chalcona (pH 5-6) tautómero de la molécula pseudo-base de carbinol, resultado de la apertura del anillo de pirilio, con H_2O como catalizador. Estructuras reportadas en Dangles & Fenger, (2018).

La delfinidina junto con la cianidina es la principal antocianina presente en mora azul, granada, la uva roja, entre otras (Khoo et al., 2017), la primera siendo la segunda más abundante en plantas y vegetales, con tan solo el 12 % en proporción, por lo que es necesario un arduo trabajo de purificación, donde el disolvente juega un papel importante (Houghton et al., 2021). En este trabajo se analizó la estabilidad de la molécula de delfinidina con diferentes disolventes empleando las diferentes estructuras predominantes de acuerdo con el pH (Dangles & Fenger, 2018), utilizando el método de polarización continua (SMD), con la finalidad de elucidar el mecanismo por el cual alcanzan su configuración más estable, así como sus niveles de reactividad química.

2. Metodología

A. Cálculo de optimización y frecuencia

Se utilizó la Teoría de Funcionales de la Densidad (DFT), empleando el funcional de correlación de intercambio B3LYP (Becke, 3 parámetros, Lee–Yang–Parr) (Sakata et al., 2006) y el conjunto base 6-311+g(d,p) con una función difusa "+" y funciones de polarización (p,d). Se optimizaron cuatro geometrías de delfinidina para obtener la geometría de mínima energía correspondientes a los rangos de pH: 1-2, 4-5, 5-6, y 7-10 en su estado fundamental (EF), considerando el ion flavilio con carga positiva (+1). Todos los cálculos se realizaron con el programa Gaussian 09. Además, se realizaron cálculos de frecuencia, para obtener los parámetros termodinámicos y que fueron tomados como referencia y cotejados con lo reportado en la literatura. También se realizaron cálculos TD-DFT, una ampliación de la Teoría del Funcional de la Densidad para tratar sistemas excitados y con esta metodología se calculó los espectros UV, para para determinar estados excitados electrónicos alcanzados en las diferentes estructuras de las geométricas propuestas (Choong, 2017).

B. Efectos del solvente

Se evaluaron 4 solventes orgánicos puros para calcular la estabilización o energía de solvatación de la delfinidina en el medio, a saber, acetona, agua, metanol y etanol. Para cada estructura en el EF, primero sin efecto de disolvente y posteriormente se calculó el efecto de solvatación, utilizando el modelo SMD, para representar el solvente implícitamente como un medio dieléctrico y su tensión superficial en el límite entre el soluto y el solvente (Marenich et al., 2009). Cada energía de solvatación se calculó como la diferencia de la energía libre de Gibbs en su estado solvatado menos la energía libre de Gibbs en el vacío. Adicionalmente, se obtuvieron los descriptores químicos, conocidos también como índices de reactividad química, como es la dureza (η), el potencial químico (μ), blandura (σ), la electronegatividad (χ) e índice de electrofilicidad (ω), utilizando los valores de los orbitales frontera HOMO y LUMO. Donde I=-HOMO y A=-LUMO, para las diferentes geometrías formadas dependiendo del valor pH. Ecs. (1-5).

$$\mu = -(I + A)/2 \qquad (1)$$
$$\eta = (I - A)/2 \qquad (2)$$
$$\sigma = 1/(2\eta) \qquad (3)$$
$$\chi = (I + A)/2 \qquad (4)$$
$$\omega = \mu^2/2\eta \qquad (5)$$

Mientras que las cargas fueron evaluadas como cargas puntuales centradas en los átomos, derivadas del potencial electrostático en específico CHELPG.

3. Resultados y discusión

A. Estructura de la delfinidina

La estructura optimizada obtenida en la fase gaseosa para el isómero catiónico (Catión flavilio) es completamente plana (Fig. 2). Los ángulos diedros ω1 (C2-C3-O-H), ω4 (C3′-C4′-O-H), ω5 (C2′-C3′-O-H), y ω6 (C4′-C5′-O-H) son anti-peri-planares, maximizando así la distancia entre los hidrógenos con carga parcial positiva del grupo hidroxilo, mientras que ω2 (C5-C6-O-H) y ω3 (C6-C7-O-H) son sin-peri-planares, lo que está acorde con la literatura (Estévez & Mosquera, 2008; Guzmán et al., 2009), solo con la diferencia en el ángulo ω3, que en este caso es sin-peri-planar lo que podría sugerir que la siguiente estructura es un mínimo local y no un mínimo global.

La estructura de menor energía de solvatación obtenida conforme a la Ec. (6), corresponde a la geometría catiónica (pH<2).

$$\Delta G_{(solv)} = G_{(e.s)} - G_{(e.g)} \qquad (6)$$

donde ΔG(solv) es la energía de solvatación, G(e.s) la energía libre de Gibbs en estado solvatado, y G(e.g) la energía libre de Gibbs en fase gaseosa.

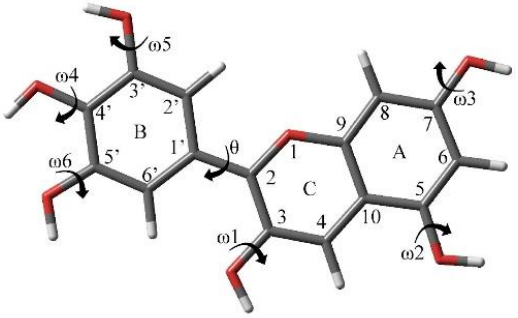


Figura. 2. Estructura optimizada de delfinidina en estado gaseoso [14]

B. Efecto del solvente sobre la estabilidad de la delfinidina

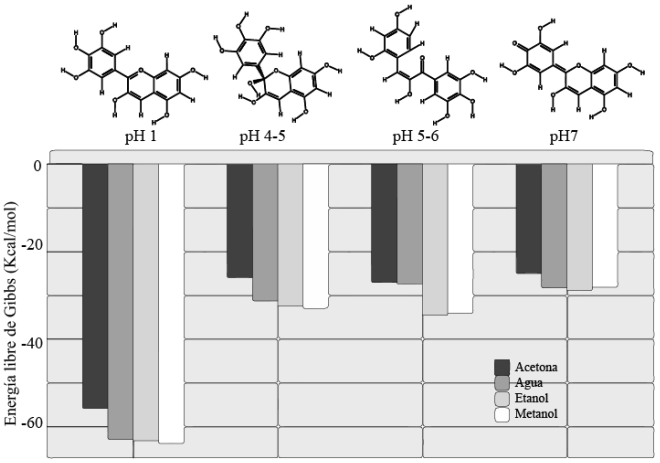


Figura. 3. Gráfica de la energía de solvatación de las diferentes estructuras pH < 2: Catión flavilio, pH 4-5: Pseudo base de carbinol, pH 5-6 Chalcona y pH > 7 Base quinoidal evaluada en diferentes solventes orgánicos.

De acuerdo con los resultados que se pueden resumir en la Fig. 3, la estabilización de las diferentes estructuras propuestas experimentalmente (Dangles & Fenger, 2018) y calculadas en este trabajo, se puede ver que el ión oxonio de la estructura flavilio (especie formada a pH=1), es la que se estabiliza más en cualquier disolvente, con respecto a las estructuras moleculares. Esto se encuentra en congruencia con la parte experimental, en donde, el pH seleccionado para purificar el compuesto es justo a este pH. Existen pequeñas diferencias en la estabilidad de la molécula en la estructura tipo flavilio, siendo de mayor a menor metanol > etanol > agua > acetona, las constantes dieléctricas para estos solventes son, 0.791, 0.789, 0.998, 0.788, respectivamente. De aquí podemos observar que cuando la constante dieléctrica se encuentra en el rango de 0.8 - 0.78 existe un aumento de la solubilidad conforme aumenta la polaridad de la molécula en sus diferentes estructuras formadas a los diferentes pH, siendo más significativas las diferencias a pH=4-5 y pH= 5-6. A diferencia de los demás disolventes la acetona, no forma puentes de hidrógeno, por lo cual se ve una marcada disminución en la energía de solvatación. Por otro lado, entre el pH de 4-5 y pH>7 no parece haber una diferencia significativa esto puede deberse a que ambas son moléculas neutrales, lo anterior concuerda con resultados experimentales (Kumoro et al., 2010).

C. *Reactividad química*

HOMO y LUMO son conocidos como lo orbitales de frontera y son los principales involucrados en la reactividad química, HOMO nos proporciona información acerca de la habilidad de donar un electrón mientras que LUMO, la capacidad de aceptar un electrón, las energías de dichos orbitales son usados para calcular los descriptores de reactividad química. El primero correspondiente a la dureza η que representa la resistencia a la deformación o polarización de la nube de electrones. De acuerdo con la Fig. 4 (parte superior), la pseudo base de carbinol es la que presenta la mayor estabilidad, seguida de la Chalcona, es decir, los dos compuestos incoloros. Mientras que, de acuerdo con la blandura los cromóforos a pH 7 y pH 1 poseen la mayor reactividad. (Fig. 4; Tablas 1-4).

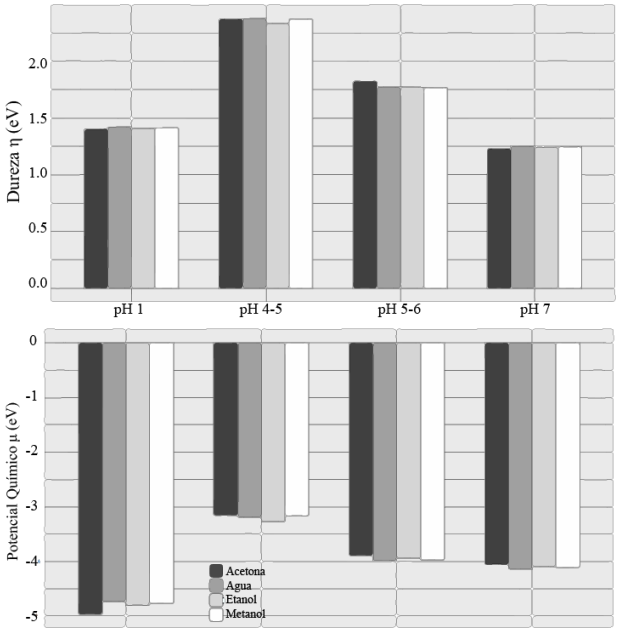


Figura. 4. De arriba a abajo: Gráfica de la dureza η y potencial químico μ de las diferentes estructuras pH 1: Catión flavilio, pH 4-5:Pseudo base de carbinol, pH 5-6 Chalcona y pH>7 Base quinoidal evaluada en diferentes solventes orgánicos.

Tabla 1. Energías de solvatación (Kcal/mol), potencial químico, dureza, blandura, electronegatividad e índice de electrofilicidad de la molécula de delfinidina a pH 1.

	$\Delta G_{(solv)}$	μ	η	σ	χ	ω
Acetona	-55.913	-4.969	1.402	0.357	4.969	8.804
Agua	-62.923	-4.741	1.422	0.352	4.741	7.904
Etanol	-63.243	-4.803	1.411	0.354	4.803	8.177
Metanol	-63.974	-4.771	1.414	0.354	4.771	8.050

Tabla 2. Energías de solvatación (Kcal/mol), potencial químico, dureza, blandura, electronegatividad e índice de electrofilicidad de la molécula de delfinidina a pH 4-5.

	$\Delta G_{(solv)}$	μ	η	σ	χ	ω
Acetona	-26.004	-3.158	2.373	0.211	3.158	2.101
Agua	-31.233	-3.197	2.377	0.210	3.197	2.150
Etanol	-32.447	-3.270	2.334	0.214	3.270	2.291
Metanol	-33.009	-3.166	2.374	0.211	3.166	2.111

Tabla 3. Energías de solvatación (Kcal/mol), potencial químico, dureza, blandura, electronegatividad e índice de electrofilicidad de la molécula de delfinidina a pH 5-6.

	$\Delta G_{(solv)}$	μ	η	σ	χ	ω
Acetona	-24.559	-3.849	1.805	0.277	3.849	4.103
Agua	-29.594	-4.002	1.755	0.285	4.002	4.563
Etanol	-30.414	-3.932	1.752	0.285	3.932	4.411
Metanol	-30.247	-3.967	1.746	0.286	3.967	4.505

Tabla 4. Energías de solvatación (Kcal/mol), potencial químico, dureza, blandura, electronegatividad e índice de electrofilicidad de la molécula de delfinidina a pH 7.

	$\Delta G_{(solv)}$	μ	η	σ	χ	ω
Acetona	-25.031	-4.057	1.232	0.406	4.057	6.680
Agua	-28.352	-4.146	1.251	0.400	4.146	6.868
Etanol	-28.993	-4.088	1.242	0.403	4.088	6.728
Metanol	-28.162	-4.115	1.246	0.401	4.115	6.796

D. Carga de la molécula

En la Fig. 5, se muestran las cargas parciales atómicas calculada con CHELPG, para el estado gaseoso puro del soluto y con los solventes agua y metanol. En la estructura del pH<2, se puede ver que el ion oxonio de la estructura flavilio, el O1 presenta una menor carga negativa que los demás oxígenos, en forma gaseosa (-0.291), no alcanza una carga +1 en este átomo debido a que las cargas se distribuyen en todos los átomos de la molécula.

Sin embargo, a comparación de los átomos de oxígeno restantes en la molécula, el O1 es ligeramente más positivo. El segundo oxígeno con mayor carga parcial positiva es 4'C-OH, por lo que actuando como un ácido débil (AH), podría ser un lugar de eliminación de radicales por el mecanismo de transferencia de hidrógenos a la especie reactiva (R·) (HAT, por sus siglas en inglés), como se muestra en la siguiente reacción:

$$R\cdot + AH \rightarrow RH + A\cdot$$

La base conjugada producto de esta reacción (Base quinoidal) se estabiliza por puentes de hidrógeno de los hidroxilos 3'C-OH y 5'C-OH. (Estévez & Mosquera, 2008), posterior a este el O de 5C-OH resulta ser el más positivo, por lo que a pH 7 podría ser un posible grupo ácido, siendo esta estructura importante en la cavidad oral o en el intestino humano, variando el pH en un rango de 5.6-7.9 y 6.7-7-4 respectivamente. (Kumoro et al., 2010).

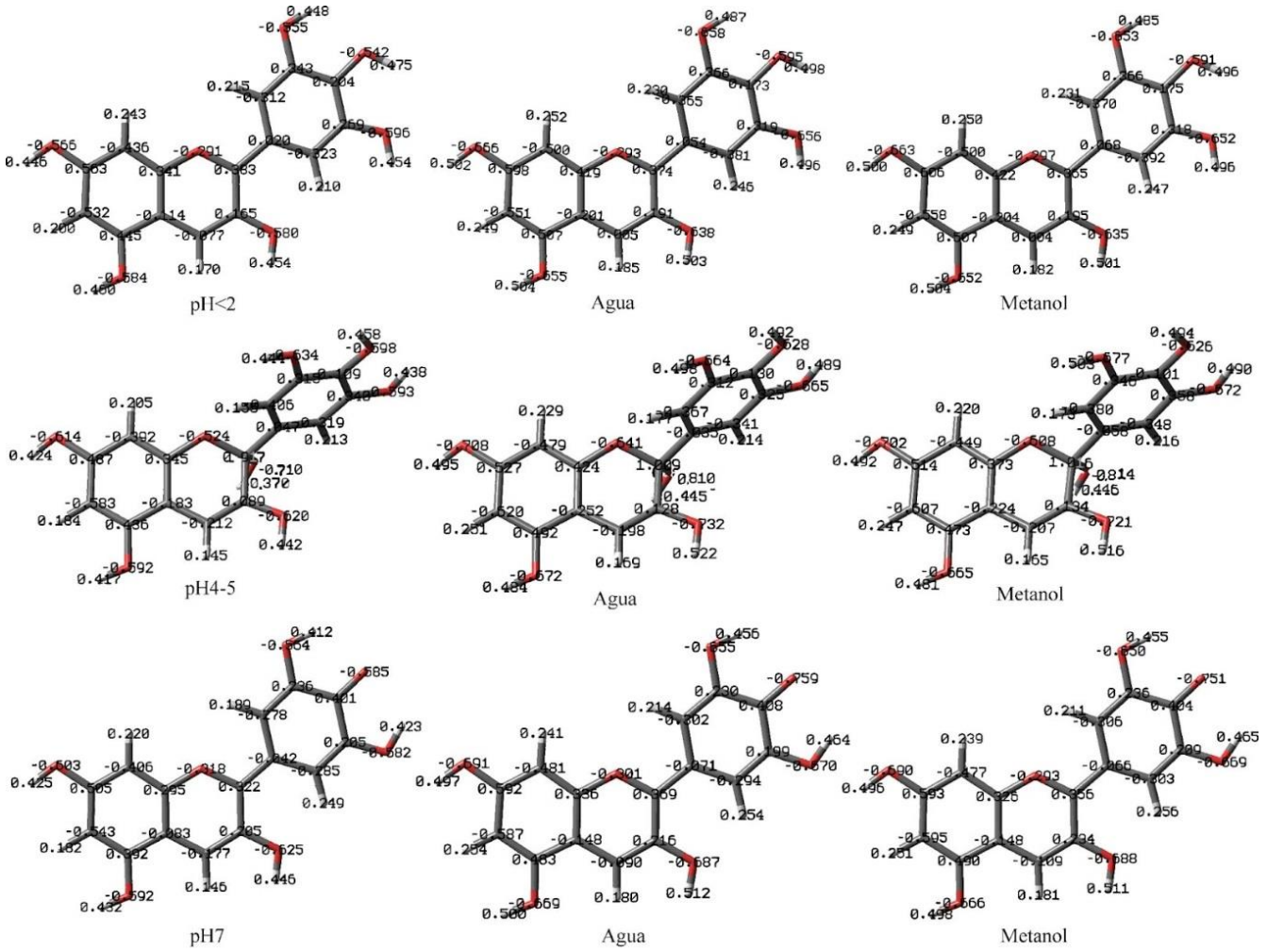


Figura. 5. Carga parcial atómica calculada con CHELPG, para el estado gaseoso puro del soluto y con los solventes agua y metano

E. *Cálculo de los Estados Excitados TD-DFT*

En la Fig. 6, se muestran los estados excitados obtenidos con el cálculo TD-DFT. De acuerdo con los diagramas mostrados en la Fig. 6 que se obtuvieron con el cálculo TD-DFT, las excitaciones electrónicas van de los HOMO, HOMO-1, HOMO-2 a los LUMO, LUMO+1, LUMO+2, LUMO+3, principalmente. Estas excitaciones corresponden a las transiciones de los orbitales $n \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$ y $\pi \rightarrow \sigma^*$.

Las excitaciones con longitudes de onda entre los 400 nm y los 600 nm son las que confieren color a los sistemas moleculares. El ΔE de la brecha energética, $\Delta E = |E_{HOMO} - E_{LUMO}|$, calculada para cada sistema, resultó ser menor para el ion oxonio de la estructura flavilio formado a pH=1 que, para los otros compuestos, confirmado de esta manera, que este compuesto con esta característica resulta ser el más propenso o sensible a efecto del medio.

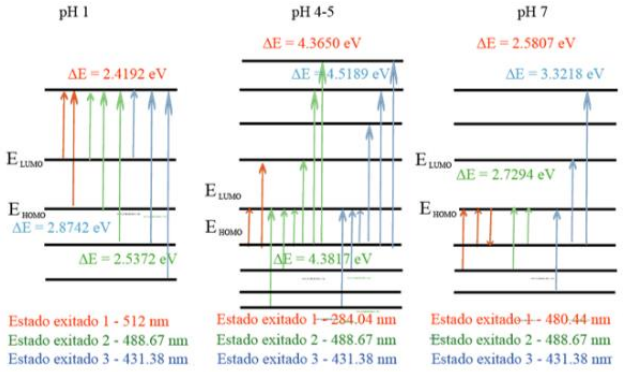


Figura. 6. Estados excitados y transiciones electrónicas de la molécula de delfinidina predominante en 3 diferentes niveles de pH.

4. Conclusiones

Los cálculos mecánico-cuánticos resultan una herramienta útil en la descripción de las propiedades estructurales y electrónicas de las moléculas En este caso, se logró conocer la energía de solvatación y de estabilización de la molécula de delfinidina, en donde se encontró, que posee una mayor estabilidad en los diferentes solventes utilizados experimentalmente cuando adquiere una estructura de ion oxonio o también conocido como flavilio, el cual se forma a un pH=1.0. Además se calculó las cargas parciales atómicas de la molécula para predecir el grupo con mayor potencial antioxidante, entre los solventes utilizados, sin embargo en las fuentes de consumo se encuentra en la forma glicosilada, por lo que sé ~~que~~ ha reportado una disminución de la actividad antioxidante, además de que sufre una descomposición durante la digestión donde uno de sus metabolitos predominantes es el ácido protocatecuico y el ácido cafeico, de manera que su efecto antioxidante y por lo tanto sus efectos terapéuticos puede considerarse también debido a estos metabolitos (Tena et al., 2020). De acuerdo, a los resultados obtenidos mediante este tipo de estudios, se puede comprender mejor la naturaleza química que puede tener un sistema molecular y el efecto que puede causar el medio (disolvente) desde el punto de vista electrónico, con lo cual se genera información valiosa sobre la reactividad química que puede presentar la molécula.

Agradecimientos

Expresó mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro, a la Universidad Autónoma Metropolitana plantel Iztapalapa: Laboratorio de Supercómputo y Visualización en Paralelo (LSVP) de la UAM–Unidad Iztapalapa, por los recursos computacionales aquí empleados, además de al alumno de posgrado Oscar Ortiz y la doctora Ángeles Cuán Hernández por su apoyo en la realización del presente artículo.

Referencias

Bendokas, V., Stanys, V., Mažeikienė, I., Trumbeckaite, S., Baniene, R., & Liobikas, J. (2020). Anthocyanins: From the field to the antioxidants in the body. *Antioxidants*, *9*(9), 819. https://doi.org/10.3390/antiox9090819

Chaiyasut, C., Sivamaruthi, B. S., Pengkumsri, N., Sirilun, S., Peerajan, S., Chaiyasut, K., & Kesika, P. (2016). Anthocyanin profile and its antioxidant activity of widely used fruits, vegetables, and flowers in Thailand. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *9*(6), 218. https://doi.org/10.22159/ajpcr.2016.v9i6.14245

Choong, Y.-K. (2017). Fourier transform infrared and two-dimensional correlation spectroscopy for substance analysis. *Fourier Transforms - High-Tech Application and Current Trends*. https://doi.org/10.5772/66584

Dangles, O., & Fenger, J.-A. (2018). The chemical reactivity of anthocyanins and its consequences in food science and Nutrition. *Molecules*, *23*(8), 1970. https://doi.org/10.3390/molecules23081970

Estévez, L., & Mosquera, R. A. (2008). Molecular structure and antioxidant properties of Delphinidin. *The Journal of Physical Chemistry A*, *112*(42), 10614–10623. https://doi.org/10.1021/jp8043237

Guzmán, R., Santiago, C., & Sánchez, M. (2009). A density functional study of antioxidant properties on anthocyanidins. *Journal of Molecular Structure*, *935*(1–

3), 110–114. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2009.06.048

Houghton, A., Appelhagen, I., & Martin, C. (2021). Natural blues: Structure meets function in anthocyanins. *Plants*, *10*(4), 726. https://doi.org/10.3390/plants10040726

Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017a). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, *61*(1), 1361779. https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779

Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017b). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, *61*(1), 1361779. https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779

Kumoro, A. C., Retnowati, D. S., & Budiyati, C. S. (2010). Solubility of delphinidin in water and various organic solvents between (298.15 and 343.15) K. *Journal of Chemical & Engineering Data*, *55*(7), 2603–2606. https://doi.org/10.1021/je900851k

Liu, J., Zhou, H., Song, L., Yang, Z., Qiu, M., Wang, J., & Shi, S. (2021). Anthocyanins: Promising natural products with diverse pharmacological activities. *Molecules*, *26*(13), 3807. https://doi.org/10.3390/molecules26133807

Marenich, A. V., Cramer, C. J., & Truhlar, D. G. (2009). Universal solvation model based on solute electron density and on a continuum model of the solvent defined by the bulk dielectric constant and atomic surface tensions. *The Journal of Physical Chemistry B*, *113*(18), 6378–6396. https://doi.org/10.1021/jp810292n

Matera, R., Gabbanini, S., Berretti, S., Amorati, R., De Nicola, G. R., Iori, R., & Valgimigli, L. (2015). Acylated anthocyanins from sprouts of Raphanus sativus CV. sango: Isolation, structure elucidation and antioxidant activity. *Food Chemistry*, *166*, 397–406. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.056

Panchal, S. K., John, O. D., Mathai, M. L., & Brown, L. (2022). Anthocyanins in chronic diseases: The power of purple. *Nutrients*, *14*(10), 2161. https://doi.org/10.3390/nu14102161

Roy, S., & Rhim, J.-W. (2020). Anthocyanin food colorant and its application in ph-responsive color change indicator films. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*(14), 2297–2325. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1776211

Sakata, K., Saito, N., & Honda, T. (2006). Ab initio study of molecular structures and excited states in anthocyanidins. *Tetrahedron*, *62*(15), 3721–3731. https://doi.org/10.1016/j.tet.2006.01.081

Tena, N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants*, *9*(5), 451. https://doi.org/10.3390/antiox9050451

Zhang, K., Yuan, L., Li, Q., Wang, R., & Zhang, Z.-Z. (2019). Comparison of the anthocyanin's composition of five wine-making grape cultivars cultivated in the wujiaqu area of Xinjiang, China. *OENO One*, *53*(3). https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.3.2460

Degradación de Paraquat mediante fotocatálisis con AuNPs sintetizadas con *Opuntia Joconostle*

Sujey Jiménez Vargas[1], María Inés Tirado Herrejón[1], Alejandro Manzano Ramírez[2], Karen Magaly Soto Martínez[2].

[1] Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la Cuesta 2501, Nacional, 76148 Santiago de Querétaro, Qro.

[2] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Libramiento Norponiente No. 2000, Fracc. Real de Juriquilla, 76230, Querétaro, Qro.

Resumen

Las nanopartículas de oro (AuNPs) tienen excelentes propiedades ópticas y de plasmón, que les permiten ser usada como fotocatalizadores en la degradación de diversos contaminantes en agua, como los herbicidas y pesticidas El Paraquat es un herbicida no selectivo de acción rápida que se utiliza para controlar la maleza en los cultivos. Muchos años de uso extensivo han causado contaminación ambiental y toxicidad alimentaria. Este agroquímico se degrada lentamente en la naturaleza, se adsorbe en redes de arcilla y puede requerir remediación ambiental. En este trabajo reportamos la síntesis de AuNPSs con extractos etanólicos de la pulpa, semilla y cáscara de Xoconostle; este material se utiliza como agente reductor para la síntesis de AuNP, las partículas obtenidas se caracterizaron por UV-Vis y STE, para evaluar la resonancia de plasmón superficial y su morfología. Las partículas obtenidas se utilizaron para la foto degradación del Paraquat en diferentes condiciones: luz solar, UVC (254 nm), UVC lejano (222 nm) y sin luz. Las mejores condiciones para la síntesis de AuNPS fueron un pH de 7 y una temperatura de 50ºC, las partículas presentaron una morfología esférica con diferentes diámetros dependiendo de la parte del fruto utilizada, las partículas obtenidas realizaron la fotocatálisis del Paraquat de manera eficiente, y los mejores resultados se obtuvieron al usar AuNPs sintetizadas con extracto de cáscara de Xoconostle, que corresponden a la mejor actividad antioxidante y el factor más importante es el tipo de lámpara utilizada.

Palabras clave: AuNPs, Paraquat, Xoconostle, foto-degradación.

1. Introducción

En los últimos años los herbicidas se han catalogado como una clase importante de contaminantes en el agua, debido a su uso indiscriminado. En México uno de los más utilizados es el "Paraquat" o Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo, un herbicida catiónico de amplio espectro; posee propiedades físicas únicas que permiten su uso en diferentes suelos agrícolas, tales como alta solubilidad en agua, baja presión de vapor y alto potencial de unión. Este herbicida es aplicado contra la maleza anual o perenne de cultivos como el algodón, arroz, soja, cacao y maíz. Debido a su reconocida toxicidad, facilidad de manipulación y efecto inmediato, ha sido prohibido en diferentes países, como Australia, China, USA y la unión europea, sin embargo, en México aún es comercializado y utilizado de manera indiscriminada, lo que ha llevado a la contaminación de mantos acuíferos, por lo que su degradación mediante foto degradación ha sido objeto de diversos estudios [1–3]. La foto-degradación sensibilizada consiste en la degradación de contaminantes mediante radiación solar ultravioleta ó lámparas de luz y catalizadores, para formar radicales hidroxilos que oxidaran los contaminantes químicos. Dicha oxidación se lleva a cabo en la partícula catalizadora o semiconductora, estas partículas pueden ser el dióxido de titanio, reactivo Fenton o nanopartículas de oro (AuNPs) [4]. Las AuNPs son agregados de átomos de Au^0, que poseen características excepcionales como excelente área superficial y propiedades ópticas únicas, como la resonancia del plasmón de superficie (RPS) [5, 6]. La RPS corresponde a la excitación de los plasmones

superficiales cuando se hace incidir una luz sobre ellos, por ejemplo, en el caso de una capa fina metálica, al aplicar luz generaríamos una oscilación en la densidad de carga siempre y cuando la energía de la luz emitida coincida con la frecuencia de plasma, el campo eléctrico generará una fuerza sobre los electrones de conducción (electrones libres que formarán el plasma). Al desplazar la nube electrónica aparece una fuerza recuperado (debida a la red cristalina) para intentar recuperar la situación de equilibrio perdida. Este sistema acabará comportándose cómo un oscilador harmónico, donde cada quanta de oscilación será un plasmon, para las AuNPs se podra observar un maximo de abosrción entre 550nm [7]. Debido a este efecto, estas nanopartículas de metales nobles como el oro , pueden considerarse un potencial agente fotocatalítico para la degradación de efluentes industriales. La síntesis de AuNPs puede llevarse a cabo mediante diferentes rutas, llamadas síntesis química y verde, la segunda presenta ventajas importantes en aplicaciones médicas y ambientales, debido a que no usa sustancias químicas toxicas como reductores, si no que pueden usarse extractos de plantas, frutas o desechos agroindustriales. En la síntesis de nanopartículas utilizando extractos de plantas o frutas, el extracto se mezcla con una solución de la sal de oro, a temperatura ambiente y la reacción se completa en minutos. Algunos factores que afectan la síntesis de nanopartículas son las características de los componentes del extracto, concentración del precursor y reductor, pH, temperatura y tiempo de contacto. La síntesis de AuNPS con extractos de plantas y frutas involucra la reducción química de los iones Au^{3+} a un estado cerovalente, llevada a cabo por los metabolitos secundarios de los extractos, tal es el caso de terpenoides, flavonoides y ácidos fenólicos. Se pueden identificar tres fases en la síntesis de nanopartículas de oro, la primera denominada "nucleación", donde los átomos en estado cerovalente forman un núcleo pequeño; la siguiente fase denominada de "crecimiento" en donde los átomos comienzan a adherirse al núcleo y la última denominada como "capping" en donde los metabolitos en su forma oxidada se adhieren a la superficie de las nanopartículas para estabilizarlas [8, 9]. En este sentido México cuenta con una gran diversidad de plantas y frutos que pueden utilizados con este fin, tal es el caso del género *Opuntia*, que abarca, alrededor de 1500 especies de cactus, y muchas de ellas producen frutos dulces (nopal) o ácidos (Xoconostle), que crecen en climas áridos y semiáridos. El fruto del xoconostle (*Opuntia Joconostle*) consta de epicarpio (piel), mesocarpio (pulpa) y endocarpio (donde las semillas están muy juntas en una estructura mucilaginosa). El fruto del Xoconostle puede ser de color verde pálido, rosado o rojo; contiene azúcares, vitamina C, compuestos fenólicos, carotenoides y betacianinas . En este trabajo presentamos los resultados de la síntesis de AuNPs verdes con Xoconostle y su actividad para degradar Paraquat [10, 11].

2. Metodología

2.1. Obtención de extractos

La obtención del extracto de las diferentes partes de Xoconostle (cáscara, pulpa y semillas), se realizó mediante el método de maceración, en el que el material vegetal seco y molido (10g), se mezclaron con 100 mL de etanol, durante 2h, posteriormente se filtraron, y se secaron a vacío en un rotavapor para su almacenamiento -20ºC.

2.2. Caracterización de extractos

Para determinar que extractos presentan mejores características para la formación de AuNPs, se evaluará la capacidad antioxidante de los extractos mediante las técnicas de DPPH, y ABTS.

2.2.1. Ensayo DPPH

Se preparó una solución del radical DPPH disolviendo 0.0015 g del radical en 20.5 ml de metanol y se aforó con agua destilada a 25 mL. La reacción se llevó a cabo en microplacas transparentes de 96 pozos para lo cual se adicionaron 20 µl de los extractos que se hicieron reaccionar con 200 µl de solución de DPPH. Para la curva de calibración se prepararon diferentes concentraciones de Trolox en

rangos de concentraciones de 50-800 μM. La disminución de la absorbancia se medió durante 90 minutos a 520 nm.

2.2.2. Ensayo ABTS

El método del radical catión $ABTS^{\bullet+}$, se fundamenta en la cuantificación de la decoloración del radical $ABTS^{\bullet+}$, debido a la interacción con especies donantes de hidrógeno o de electrones. El radical catiónico $ABTS^{\bullet+}$ es un cromóforo que absorbe a una longitud de onda de 734 nm y se genera por una reacción de oxidación del ABTS (2,2'-azino- bis- (3-etil benzotiazolin-6-sulfonato de amonio) con persulfato de potasio. Las mediciones se realizaron a una longitud de onda de 734 nm en una microplaca de 96 pozos. Se empleo una curva de Trolox en metanol como referencia. Los resultados se expresaron como mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca.

2.3. Síntesis de AuNPs con extracto de xoconostle

La síntesis de nanopartículas de oro se llevó a cabo mezclando una solución precursora de $HAuCl_4$ 0.5mM con 200 μL de los extractos etanólicos por separado. Se evaluaron parámetros de pH y temperatura, para conocer las mejores condiciones de síntesis. La formación de las nanopartículas se determinó visualmente mediante el cambio de coloración de la mezcla, de transparente a rojizo y se confirmó mediante un análisis UV-Vis en donde se corrió el espectro de absorción de las muestras en una región de exploración de 200-800 nm. Las AuNPs resultantes se purificarán por ultra centrifugación a 15,000 rpm durante 40min a 15ºC.

2.4. Caracterización fisicoquímica de AuNPs

Los materiales obtenidos se caracterizarán mediante las siguientes técnicas: Microscopia electrónica de barrido y de transmisión (morfología y tamaño), espectroscopia de infrarrojo (interacciones con compuestos del extracto), difracción de rayos X (estado cristalino).

2.5. Degradación de Paraquat con AuNPs de xoconostle

La degradación se evaluó utilizando un diseño de superficie respuesta (tabla 1) con dos factores variables (tiempo y concentración de AuNPs), un factor categórico (Tipo de lámpara) y una respuesta (% de degradación), tomando como máximo 18 corridas. El diseño se realizó y analizó en el software JMP.

Tabla 1. Factores utilizados en el diseño

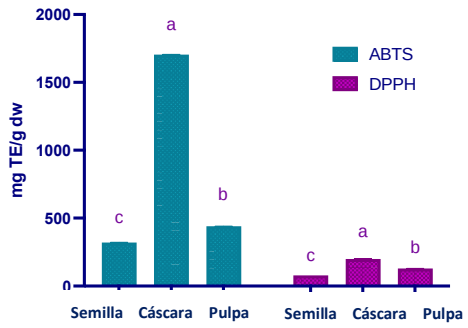
Factor	Min	Max
Concentración AuNPs	10 mg/mL	50 mg/mL
Tiempo	10 min	30 min
Lámpara	UVC (254,222)	UVB

Para la determinación de Paraquat se utilizó el método 969,09 de la AOAC por espectrometría UV-Vis.

3. Resultados

3.1. Caracterización de extractos

Los resultados de los análisis de la capacidad antioxidante (Fig. 1) demostraron que el xoconostle es una buena fuente de compuestos antioxidantes (reductores) que permitirán la síntesis de AuNPs. La mejor capacidad antioxidante se obtuvo con el extracto etanólico de cáscara de xoconostle 1704.85 ± 0.46 y 200.67 ± 0.129 en ambos métodos ABTS y DPPH respectivamente, seguido por los extractos de pulpa (440.31 ± 0.56 y 79.06 ± 0.32) y semilla (321.18 ± 0.63 y 129.87 ± 0.28). Estas diferencias están relacionadas con la cantidad y tipo de compuestos presentes en cada parte del fruto, entre los que se encuentran compuestos fenólicos y flavonoles, como el ácido cafeico, rutina, quercetina, ácido vaníllico, entre otros, que se encuentran concentrados en el principalmente en el pericarpio o cáscara. Los resultados son similares a los reportados por Osorio-Esquivel et al., 2011, quienes reportan un mayor contenido de compuestos fenólicos y betacianinas en la cáscara de xoconostle [10].



Los resultados se reportan como la media de tres replicas ± el error estándar, letras diferentes en cada columna representan diferencias estadísticas significativas (P<0.01), de acuerdo a la prueba de Tukey. ET: equivalentes de Trolox; ms: muestra seca.

Fig. 1 Capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de diferentes partes del xoconostle.

3.2. Síntesis y caracterización de AuNPs

La síntesis de nanopartículas de oro mediante el uso de extractos de plantas o frutas se basa en una reacción de óxido-reducción en la que los componentes de las plantas (compuestos fenólicos, flavonoides, terpenos, etc.) participan como agentes reductores y se utilizan sales metálicas como el $HAuCl_4$ como precursores. La eficiencia de reducción es dependiente del estado de oxidación y conformación estructural de los compuestos presentes en el extracto, la cual puede verse afectada por diferentes factores (pH, temperatura) dando como resultado, tamaños y formas específicas de las nanopartículas sintetizadas [12]. La formación de nanopartículas de oro se monitoreo mediante la construcción de un espectro UV-Vis de las soluciones de reacción y mediante la observación de un cambio de coloración. La figura 2 muestra los espectros de la síntesis de AuNPs con los diferentes extractos de las partes de xoconostle con la modificación de pH y temperatura. Para todos los extractos, el factor más relevante en la síntesis resultó ser el pH, ya que, a un pH ácido de 2, la banda de plasmón superficial no se observó a ninguna temperatura; sin embargo, al tener un pH neutro o básico, el plasmón superficial está presente a 520 y 540 nm aproximadamente (característico de las AuNPs), con un cambio de color a un tono rojizo. . El pH juega un papel importante en la síntesis de nanopartículas, debido a que la transferencia de electrones de los compuestos presentes en el extracto a los iones de oro depende de la ionización molecular, además la carga de biomoléculas puede afectar sus propiedades de protección y estabilización [13]. La temperatura de reacción afecta fuertemente las propiedades estructurales y ópticas de las nanopartículas de oro y en cuanto mayor es la temperatura de reacción, más rápida es la creación de nanopartículas de Au, sintetizando partículas más pequeñas y mejor definidas (Tran et al., 2016), la reacción se llevó a cabo de manera más rápida a temperaturas mayores a la temperatura ambiente, exhibiendo cambios de coloración en tiempos más cortos [7].

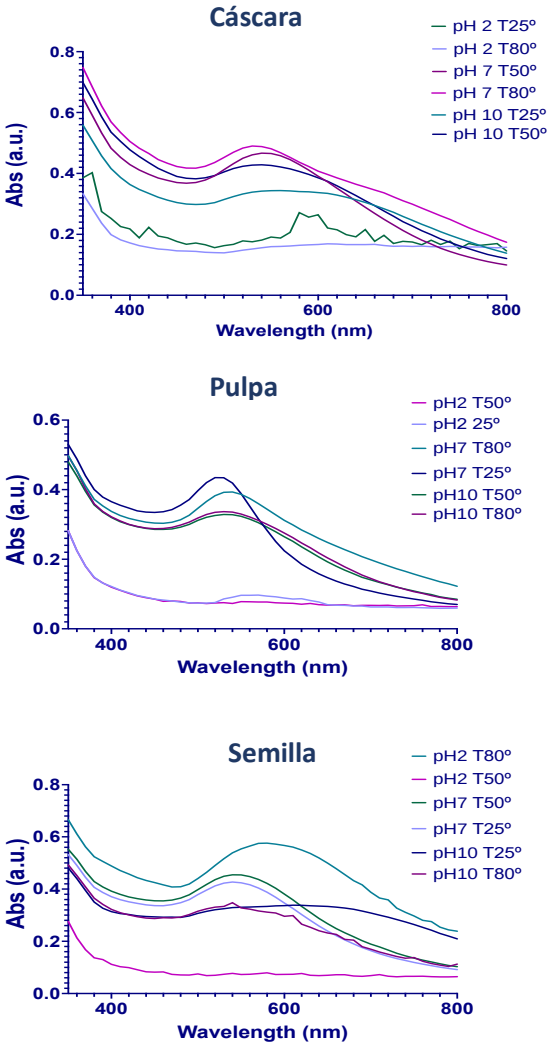


Fig. 2 Espectros UV-Vis de AuNPs sintetizadas con extracto etanólicos de pulpa, semilla y cáscara de xoconostle.

La morfología y distribución de las AuNPs sintetizadas con los diferentes extractos de xoconostle, se analizaron con microscopia electrónica de transmisión de barrido (STEM) (Fig. 3). Las AuNPs presentan una morfología cuasi esférica, con diferentes diámetros de 7,64 ± 2,42, 7,75 ± 1,46 y 4,74 ± 1,35 nm para la cáscara, la semilla y la pulpa, respectivamente. Podemos observar en la micrografía que, en las AuNPs con extracto de cáscara, mejor distribuidas comparándolas con las demás muestras y el tamaño más pequeño se obtuvo utilizando el extracto etanólico de semilla, estos resultados pueden relacionarse con los diferentes compuestos presentes en cada extracto, cuya estructura, permita una síntesis más rápida y mayor estabilidad. Es importante recalcar que se trata del primer reporte del uso de xoconostle para la síntesis de AuNPs.

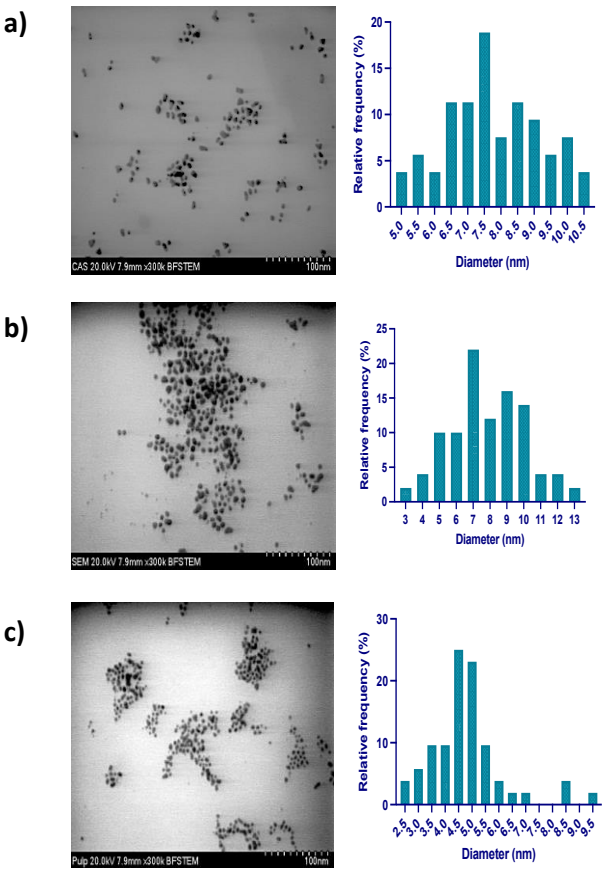


Fig. 3 Imágenes STEM e histogramas de distribución de tamaños de AuNPs sintetizadas con a) cáscara, b) semilla y c) pulpa.

Los patrones de difracción de rayos X de las AuNPs se muestran en la Fig. 4. Las AuNPs obtenidas con todos los extractos exhibieron señales características de sus estructuras cristalinas; Se identificaron picos de difracción asociados con los planos (111), (200), (220) y (311) de la red cúbica de oro centrada en las caras (JCPDS No. 04-0784). Se encontraron diferentes picos no asignados en el patrón de difracción; Estos picos pueden ser resultado de algunos compuestos orgánicos responsables de la estabilización de las nanopartículas al adherirse a la superficie.

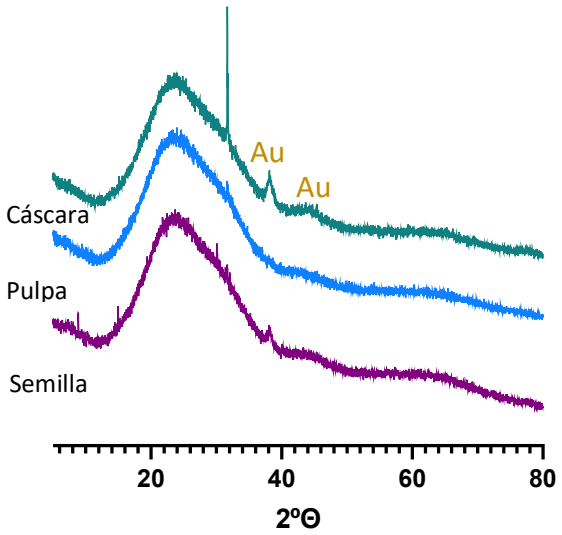


Fig. 4 Espectros de rayos X de las AuNPs sintetizadas con extractos de xoconostle.

3.3. Degradación de Paraquat con AuNPs

Se realizó un diseño de optimización con el software JMP, tomando como factores la concentración de AuNPs (de los diferentes extractos), el tiempo de reacción y tres tipos diferentes de lámpara (254, 222 y B); En la figura 5 podemos observar los diagramas de Pareto de los efectos estandarizados y las interacciones de los factores para cada AuNPs sintetizadas con las diferentes partes del fruto de xoconostle, para los tres casos podemos observar que el factor que presenta mayor relevancia en la degradación del herbicida es el tipo de lámpara utilizado, seguido de la combinación del tiempo y tipo

de lámpara en el caso de usar extracto de pulpa y cáscara, mientras que cuando se usó el extracto de semilla el segundo factor más importante es la concentración de AuNPs adicionadas, siendo asociaciones estadísticamente significativas.

a)

Fuente	Log Utilidad	Valor p
Lamp	2.870	0.00135
Time*Lamp	1.257	0.05532
Concentration	1.140	0.07252
Concentration*Lamp	0.889	0.12911
Concentration*Time*Lamp	0.684	0.20708
Time	0.585	0.25994
Concentration*Time	.	.

b)

Fuente	Log Utilidad	Valor p
Lamp	4.168	0.00007
Time	2.918	0.00121
Time*Lamp	2.098	0.00798
Concentration	1.894	0.01277
Concentration*Lamp	1.389	0.04081
Concentration*Time*Lamp	1.367	0.04294

c)

Fuente	Log Utilidad	Valor p
Lamp	7.146	0.00000
Time*Lamp	4.277	0.00005
Concentration	4.012	0.00010
Time	3.535	0.00029
Concentration*Time*Lamp	1.146	0.07148
Concentration*Lamp	0.743	0.18066
Concentration*Time	.	.

Fig. 5 Diagrama de Pareto de los efectos estandarizados y sus interacciones (α=0.05), para a) pulpa, b) semilla y c) cáscara.

Los valores de RSq sugieren que los modelos explican más del 80% de la varianza en la resistencia, lo que indica que el modelo se ajusta adecuadamente bien a los datos.

Tabla 2. Ajuste del modelo

Extracto utilizado	RSq
Cáscara	0.81
Semilla	0.82
Pulpa	0.93

En los perfiles de predicción (Fig. 6) podemos observar que para las AuNPs sintetizadas con los tres diferentes extractos, la lámpara que tuvo mayor efecto fue la UVC de 254 nm y un tiempo de 180 minutos; el mayor porcentaje de degradación se obtuvo con las nanopartículas de oro sintetizadas con el extracto de cáscara a una concentración del 50 mg/mL alcanzando un porcentaje de degradación del 91% del Paraquat, seguido de la pulpa con un 60% y la semilla con un 37%.

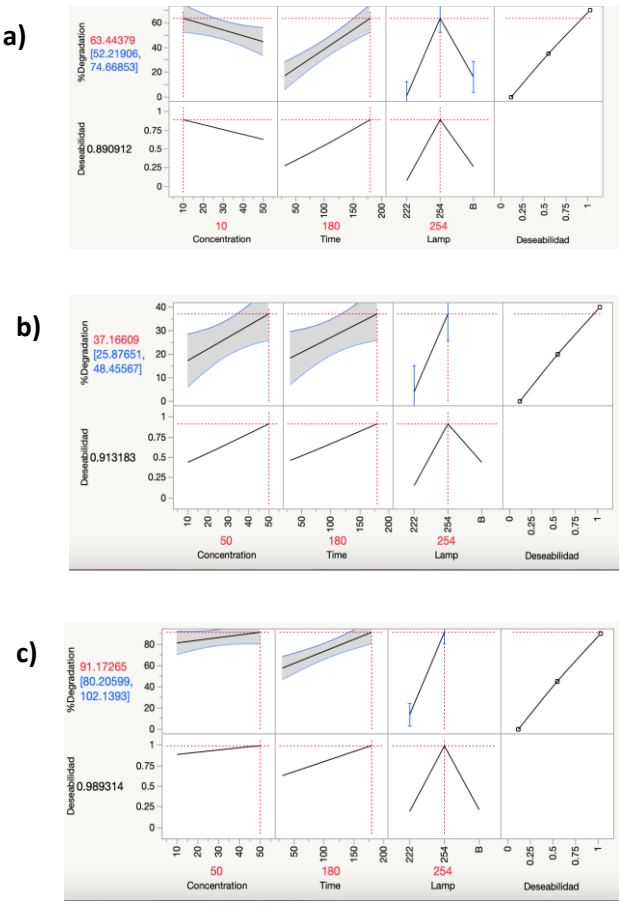


Fig. 6 Perfiles de predicción obtenidos en el software JMP de las AuNPs sintetizadas con a) pulpa, b) semilla y c) cáscara.

Las diferencias observadas en los porcentajes de degradación obtenidos, pueden estar relacionados con el tamaño y la morfología de las AuNPs utilizadas, así como de los compuestos que se encuentren añadidos en la superficie, que pueden ayudar a la foto degradación. Los porcentajes de reducción obtenidos son mayores que los obtenidos por Thongpitak et al., 2020, quienes evaluaron la degradación del herbicida Paraquat usando como catlizador oxido de manganesos biológico ($BioMnO_x$) quienes lograron

un porcentaje de degradacion del 54.6% [14]. También se ha reportado la degradación del herbicida con macromycetes obteniendo un 70% de degradación, después de 12 días de incubación [15].

El mecanismo de acción fotocatalica de las AuNPs puede explicarse teniendo en cuenta el hecho de que la reacción ocurre sólo en la superficie de las nanopartículas, es sugerente que bajo la irradiación UV los electrones de la banda de valencia (Ve) se excitan a la banda de conducción (CB), creando un hueco positivo (h +VB) en Ve y el electrón de conducción (e^{-}CB) en CB (Estas especies fotogeneradas (h +VB y e −CB) conducen a la degradación del Paraquat, en la mezcla de reacción al generar algunos radicales altamente reactivos. El h +VB al reaccionar con las moléculas de agua del medio produce un grupo hidroxilo (OH^{-}) y un ion hidrógeno (H^{+}), que en consecuencia se convierten en un radical hidroxilo (·OH). Al mismo tiempo, el oxígeno disuelto (O_2) se convierte en aniones radicales superóxido ($\cdot O_2^{-}$) mediante el e^{-}CB de de la superficie de las AuNPs. El $\cdot O_2^{-}$ también puede reacciona con la molécula de agua y finalmente produce ·OH y radical hidroperoxilo ($HO_2\cdot$). Estos tres radicales fotogenerados (·OH, ·O2− y HO2·) desempeñan un papel clave en la degradación fotocatalítica de Paraquar en fragmentos más pequeños [16].

Conclusiones

La síntesis de nanopartículas de oro se logró con los extractos metanólicos de diferentes partes del xoconostle; la morfología fue mayoritariamente esférica y tenía diámetros menores a 10nm. El mayor porcentaje de degradación fue del 90% y se obtuvo utilizando una concentración de 50mg/mL de nanopartículas sintetizadas con cáscara de xoconostle, un tiempo de 180 min y una lámpara de 254 nm.

Referencias

1. Ghavi A, Bagherian G, Rezaei-Vahidian H (2021) Degradation of paraquat herbicide using hybrid AOP process: statistical optimization, kinetic study, and estimation of electrical energy consumption. Environ Sci Eur 33:. https://doi.org/10.1186/s12302-021-00555-2
2. Thongpitak J, Pumas P, Pumas C (2020) Paraquat Degradation by Biological Manganese Oxide (BioMnOx) Catalyst Generated From Living Microalga Pediastrum duplex AARL G060. Front Microbiol 11:. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.575361
3. Huang Y, Zhan H, Bhatt P, Chen S (2019) Paraquat Degradation From Contaminated Environments: Current Achievements and Perspectives. Front Microbiol 10:. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01754
4. Amanna R, Mahal Z, Vieira ECS, et al (2021) Plastics: Toward a Circular Bioeconomy. In: Biomass, Biofuels, Biochemicals: Circular Bioeconomy-Current Developments and Future Outlook. Elsevier, pp 781–811
5. Soto KM, Mendoza S, López-Romero JM, et al (2021) Gold nanoparticles: synthesis, application in colon cancer therapy and new approaches - review. Green Chem Lett Rev 14:663–676
6. Soto KM, Quezada-Cervantes CT, Hernández-Iturriaga M, et al (2019) Fruit peels waste for the green synthesis of silver nanoparticles with antimicrobial activity against foodborne pathogens. LWT 103:293–300. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.023
7. Ielo I, Rando G, Giacobello F, et al (2021) Synthesis, chemical–physical characterization, and biomedical applications of functional gold nanoparticles: A review. Molecules 26
8. Thakur PK, Verma V (2021) A Review on Green Synthesis, Characterization and Anticancer Application of Metallic Nanoparticles. Appl Biochem Biotechnol 193:2357–2378
9. Soto KM, López-Romero JM, Mendoza S, et al (2023) Rapid and facile synthesis of gold nanoparticles with two Mexican medicinal

plants and a comparison with traditional chemical synthesis. Mater Chem Phys 295:. https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.127109

10. Osorio-Esquivel O, Alicia-Ortiz-Moreno, Álvarez VB, et al (2011) Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in Opuntia joconostle fruits. Food Research International 44:2160–2168. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.011
11. Cortez-García RM, Ortiz-Moreno A, Zepeda-Vallejo LG, Necoechea-Mondragón H (2015) Effects of Cooking Methods on Phenolic Compounds in Xoconostle (Opuntia joconostle). Plant Foods for Human Nutrition 70:85–90. https://doi.org/10.1007/s11130-014-0465-2
12. Soto KM, Luzardo-Ocampo I, López-Romero JM, et al (2022) Gold Nanoparticles Synthesized with Common Mullein (Verbascum thapsus) and Castor Bean (Ricinus communis) Ethanolic Extracts Displayed Antiproliferative Effects and induced Caspase 3 Activity in Human HT29 and SW480 Cancer Cells. Pharmaceutics 14:2069. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14102069
13. Karimadom BR, Kornweitz H (2021) Mechanism of producing metallic nanoparticles, with an emphasis on silver and gold nanoparticles, using bottom-up methods. Molecules 26
14. Thongpitak J, Pumas P, Pumas C (2020) Paraquat Degradation by Biological Manganese Oxide (BioMnOx) Catalyst Generated From Living Microalga Pediastrum duplex AARL G060. Front Microbiol 11:. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.575361
15. Camacho-Morales RL, Guillén-Navarro K, Sánchez JE (2017) Degradation of the herbicide paraquat by macromycetes isolated from southeastern Mexico. 3 Biotech 7:. https://doi.org/10.1007/s13205-017-0967-3
16. Singh RK, Behera SS, Singh KR, et al (2020) Biosynthesized gold nanoparticles as photocatalysts for selective degradation of cationic dye and their antimicrobial activity. J Photochem Photobiol A Chem 400:. https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112704

SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS DE COBRE Y ORO

HERNANDEZ ARROYO, Luis Fernando[1], ORTIZ CONTRERAS, Oscar Eduardo[1], NAVA MENDOZA, Dr. Rufino[1]

[1]*Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería-Campus, Aeropuerto Carr. a Chichimequillas s/n C.P. 76140, Querétaro, Qro.* lhernandez214@alumnos.uaq.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la metodología y resultados obtenidos del proceso de síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas de oro y cobre, en las cuales se estudiaron y observaron las variaciones causadas por distintos métodos de síntesis, los cuales fueron tanto químicos como asistidos por efectos sonoquímicos mediante la aplicación directa de radiación ultrasónica de alta frecuencia mediante el uso de un sonotrodo. Las caracterizaciones se realizaron mediante la técnica de espectroscopia de UV-vis, la cual permite identificar nanopartículas metálicas debido al efecto de resonancia de plasmón superficial, propio de estas nanopartículas. Se observó que las nanopartículas de oro con síntesis asistida por sonotrodo son muy estables a lo largo del tiempo, además de que, en el caso de las nanopartículas de cobre, el uso de dos reductores en conjunto fue el método con el que se obtuvieron los mejores resultados.

Palabras clave — Nanopartículas de Oro, Nanopartículas de Cobre, Resonancia de Plasmón Superficial, Sonoquímica.

Abstract — In this work the methodology and results obtained by the synthesis and characterization of gold and copper nanoparticles are presented, in these were study and observe the variations caused by different synthesis methods those were as chemical methods as sonochemical methods implemented by the action of a sonotrode. The characterization of nanoparticles were effected by UV-vis spectroscopy that can identify metallic nanoparticles due to the plasmon resonance effect that is present in the metallic nanoparticles. Was observed that metallic gold nanoparticles which were assisted by sonotrode were very stable along the time, also in case of metallic copper nanoparticles the use of two reductor agents together were the best synthesis method and had the best results.

Keywords — Gold Nanoparticles, Copper Nanoparticles,Plasmon Surface Resonance,Sonochemistry.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad debido a la gran producción de diversos bienes y artículos se tiene como desecho industrial una variedad de contaminantes que terminan causando

estragos en el ambiente y en la salud de las personas, entre estos se encuentran los contaminantes orgánicos persistentes los cuales no pueden ser degradados de manera natural por los microorganismos del ambiente, entre estos se encuentran los colorantes utilizados por la industria textil para teñir sus productos estos muchas veces terminan en los mantos acuíferos e infiltrándose en el agua de consumo diario, esto debido a que los medios de potabilización de agua no tienen la capacidad de eliminarlos (Brusseau & Artiola, 2019). Debido a que tienen una gran estabilidad se han desarrollado catalizadores que propicien la degradación de estos contaminantes en condiciones ambientales normales utilizando como principal medio de activación la luz solar, ejemplos de estos son las nanopartículas de cobre y oro debido a la alta actividad catalítica que presentan para poder degradar compuestos orgánicos.

En este trabajo se buscó utilizar agentes reductores orgánicos que no tienen un efecto contaminante en el ambiente y son muy comunes, siendo el citrato de sodio y la cafeína los compuestos propuestos se planteó determinar la viabilidad de dichos agentes reductores para la síntesis de nanopartículas metálicas de oro y cobre.

II. MARCO TEÓRICO

La nanotecnología es una ciencia que estudia el control de la materia a escalas de 1 a 100 nm y que se dedica al estudio de las propiedades de los compuestos formados a dichas dimensiones porque estos presentan fenómenos interesantes y que son de interés para aplicaciones como catálisis, celdas de combustible, sensores, entre otras más (Hulla et al., 2015).

La catálisis es una área de investigación en la que se tiene un gran interés debido a sus aplicaciones, sin embargo con la llegada de la nanotecnología se revolucionó el mundo de la catálisis puesto que los materiales nanoestructurados promueven reacciones que normalmente requerirían una cantidad importante de energía para llevarse a cabo, ya sea en forma de calor o movimiento, así pues las nanopartículas con aplicaciones catalíticas han difuminado la línea entre catalizadores homogeneos y heterogeneos, siendo que tienen un tamaño nanométrico pueden mantenerse en dispersión junto con la mezcla a catalizar sin precipitar, una de las aplicaciones de estos nanocatalizadores fue hecha por Haruta en 1987 quien descubrió que se podría oxidar el monóxido de carbono (CO) en dióxido de carbono (CO_2) por medio de oxígeno molecular (O_2) (Astruc, 2020; Haruta & Daté, 2001).

Las nanopartículas metálicas presentan un efecto conocido como Efecto de Resonancia del Plasmón Superficial Localizado también conocido como LSPR por sus siglas en inglés, este efecto describe una oscilación conjunta de los electrones de la superficie como respuesta a la incidencia de una onda electromagnética la cual genera un dipolo momentáneo conformado por el núcleo de la partícula el cual queda cargado positivamente y la nube de electrones que

tiene una carga negativa. Este efecto es utilizado para poder determinar la presencia de nanopartículas metálicas en un medio específico a través de la espectroscopia de UV-vis, debido a que muchas nanopartículas tiene sus plasmones en dicho rango de longitud de onda, lo cual en la gráfica generada se muestra como un pico de absorción que está directamente relacionado con el tamaño de la partícula. (Osorio Anaya et al., 2019)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Nanopartículas de Oro.

Para la síntesis de las nanopartículas de Oro, por metodo sonoquímico se utilizó un equipo de sonotrodo marca Hielscher modelo UP200HT, el cual opera a 26 kHz y puede modificar la amplitud (potencia) de su onda emitida.

El método de síntesis de las nanopartículas fue el siguiente:

1. Colocar 11.7 ml de $HAuCl_4$ $1x10^{-3}M$ en un vaso de precipitado.
2. En otro vaso añadir 7 ml de PEG $1M$ (Polietilenglicol) y 1.2 ml de Quercetina $1x10^{-3}M$, mantener en agitación por 3 minutos para homogeneizar.
3. Colocar el vaso con $HAuCl_4$ en el ensamble de sonotrodo con baño de agua previamente armado.
4. Añadir la mitad del volumen de la solución de PEG/ Quercetina
5. Encender el equipo de sonicación, de acuerdo a los parámetros señalados para cada síntesis, y seguir añadiendo el volumen restante de solución PEG/Quercetina.
6. Detener la sonicación cuando la mezcla alcance una temperatura de 37 °C.

Nanopartículas de Cobre.

Para la síntesis de las nanopartículas de cobre se utilizaron dos rutas de síntesis diferentes, una de ella fue el método químico tradicional utilizando agitación magnética y calentamiento, por otra parte, también se empleó la síntesis asistida por sonotrodo, utilizando el mismo equipo descrito en la síntesis de nanopartículas de oro.

Síntesis asistida por Agitación - Calefacción :

Todas las soluciones fueron realizadas con etilenglicol como solvente.

1. Colocar en un vaso de precipitado 15 ml de solución de ácido ascórbico $2x10^{-2}\,M$
2. Agregar 15 ml de $Cu(NO_3)_2$ $1x10^{-3}\,M$.
3. Calentar a 60°C por 1h, manteniendo agitación.
4. Añadir 1 ml del agente reductor seleccionado y esperar 10 minutos.
5. Agregar 1ml más del agente reductor.

6. Mantener la agitación y el calentamiento por aproximadamente 22 horas.
7. Ajustar el pH a 9.0 mediante la adición de $NaOH$ $0.1\ M$.

Síntesis asistida por Sonotrodo:

1. Añadir 50 ml de $Cu(NO_3)_2$ $1x10^{-3}M$ a un vaso de precipitado.
2. Agregar a la solución de cobre aproximadamente 0.2 g de miel y agitar hasta integrar completamente.
3. Ajustar el pH de la solución agregando $NaOH$ $0.1M$, con ayuda de un medidor de pH, hasta alcanzar un valor de 7.5
4. Agregar 30 ml del agente reductor a utilizar.
5. Colocar en el ensamble de sonicación-refrigeración, y sonicar la mezcla con una amplitud de 80% en un ciclo del 50% por 10 minutos.

Se llevaron a cabo tres síntesis por vía sonoquímica, una síntesis base se llevó a cabo utilizando como agente reductor 15 ml de ácido ascórbico en conjunto con 5g de miel, las otras dos fueron empleando el citrato de sodio y la cafeína como reductores, sin embargo solo se utilizaron 0.2 g de miel para dichas síntesis.

IV. RESULTADOS

Nanopartículas de Oro.

Se realizaron análisis por medio de espectroscopia de UV-vis para determinar la existencia de nanopartículas metálicas en las diferentes muestras (ver Figura 1). La primera revisión se realizó la semana en que se sintetizaron las nanopartículas y se realizaron las demás cada semana consecutivamente.

Se realizaron múltiples análisis con la finalidad de estudiar la estabilidad de las nanopartículas a través del tiempo, ya que su aglomeración se ve reflejada en el cambio de ubicación del plasmón.

Las muestras, al terminar su síntesis tenían un color rojo - violeta muy característico de los coloides de oro.

Los coloides que mejores resultados de estabilidad presentaron, fueron los obtenidos con amplitudes del 25 y 75 %.

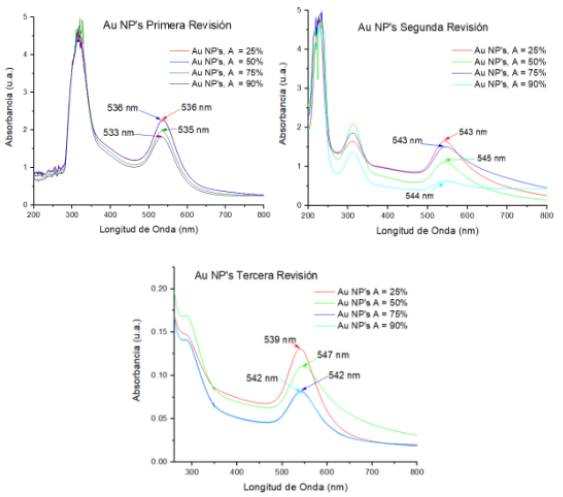


Figura 1. Gráficas de revisión a través de espectroscopia de UV-vis de las nanopartículas de oro, se denotan con una flecha los plasmones correspondientes a la presencia de las nanopartículas.

Nanopartículas de Cobre.

Se pudieron observar señales correspondientes al plasmón característico de las nanopartículas metálicas de cobre que es cercano a 580 nm (Din & Rehan, 2017). Sin embargo no en todas las síntesis se obtuvo esta señal, siendo que solo en las muestras de Miel - Ácido Ascórbico y Citrato de sodio,que solo se mantuvo en agitación y calentamiento por una hora, se pudieron observar los plasmones. Al terminar de ser sintetizadas, las muestras tenían diferentes colores, siendo que la muestra de Miel - Ácido Ascorbico poseia un color amarillo muy ligero, la muestra de Cafeina tenia un color cafe muy intenso, la muestra de Citrato de 1h tenía un ligero color rojo y la síntesis por Citrato de sodio de 21 h tenía un color café muy oscuro.

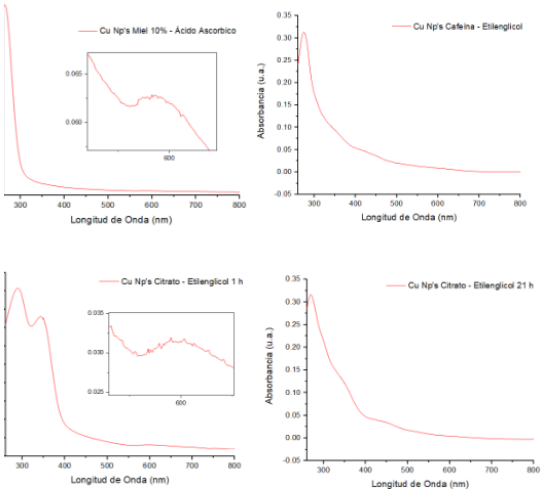


Figura 2. Gráficas resultantes de análisis de UV-vis de las nanopartículas de cobre, se puede observar la presencia de plasmones en las síntesis de Miel - Ácido Ascórbico y Citrato - Etilenglicol de 1 hora.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Nanopartículas de oro.

Se pudo observar de manera general que en todas las síntesis que se realizaron se obtuvieron nanopartículas metálicas de oro, sin embargo estas tienen diferencias en cuanto al tamaño debido a que la amplitud de la onda disminuye el tiempo en el que se alcanza la temperatura objetivo, sin embargo no se diferencian mucho las señales entre una amplitud utilizada y otra siendo que se observó en las gráficas de la figura 1 que las diferencias entre los picos están entre 1 nm y 8 nm. Para poder tener una mejor comparación en cuanto a tamaño se debería recurrir a otras técnicas de caracterización, aunque se sostiene la diferencia de tamaños, que aunque es mínima, se ve influenciada por la amplitud programada en el sonotrodo, siendo que pasados 3 días se empezaba a notar la formación de un precipitado en las muestras y entre mayor era la amplitud menos precipitado formaban pudiendo intuir que a mayor amplitud menor tamaño de partícula se genera y eso evita que puedan aglomerarse al degradarse su agente protector.

Se cree que se obtuvieron nanopartículas metálicas de entre 40 y 60 nm de acuerdo a la bibliografía (Osorio Anaya et al., 2019).

Nanopartículas de Cobre.

Se observó que los agentes reductores trabajan mejor en medios básicos o ligeramente básicos, siendo además de que los análisis revelan que los reductores trabajan mejor en condiciones anhidras para poder evitar la formación de óxidos de cobre I y II los cuales se obtienen cuando se realiza

la reducción del catión de cobre y este se encuentra con una molécula de agua la cual le proporciona el oxígeno para formar el óxido correspondiente.

Además, que las muestras que se sintetizaron utilizando dos reductores como lo fueron la miel y el ácido ascórbico fueron las que presentaron mejores resultados.

VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se estudiaron diversas rutas de síntesis de nanopartículas metálicas, siendo que los resultados obtenidos marcan como mejor ruta de síntesis para las nanopartículas de oro aquella en la que se emplea una amplitud del 90%, debido a que fueron las que menor cantidad de precipitado presentaron al final de los análisis y las que mejor mantuvieron el desplazamiento del plasmón superficial en los espectros. Por su parte para las síntesis de nanopartículas de cobre se elige el método de asistencia sonoquímica que involucra un uso de dos reductores siendo la combinación de Miel - Ácido Ascórbico como la opción más adecuada para la formación de las nanopartículas de Cu evitando la formación de los óxidos de cobre y los precipitados causados por los mismos.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro que me permitió participar de esta estancia, a Oscar Eduardo Ortiz Contreras quien fue el que estuvo a cargo del equipo y al Dr. Rufino Nava Mendoza quien me recibió en su proyecto de Verano de la Ciencia 2023, donde pude aprender muchas cosas nuevas y poner en práctica conocimientos que antes de la estancia solo habían quedado en teoría.

REFERENCIAS

Astruc, D. (2020). Introduction: Nanoparticles in Catalysis. *Chemical Reviews*, *120*(2), 461-463. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00696

Brusseau, M. L., & Artiola, J. F. (2019). Chemical Contaminants. En *Environmental and Pollution Science* (pp. 175-190). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00012-4

Din, M. I., & Rehan, R. (2017). Synthesis, Characterization, and Applications of Copper Nanoparticles. *Analytical Letters*, *50*(1), 50-62. https://doi.org/10.1080/00032719.2016.1172081

Haruta, M., & Daté, M. (2001). Advances in the catalysis of Au nanoparticles. *Applied Catalysis A: General*, *222*(1-2), 427-437. https://doi.org/10.1016/S0926-860X(01)00847-X

Hulla, J., Sahu, S., & Hayes, A. (2015). Nanotechnology: History and future. *Human & Experimental Toxicology*, *34*(12), 1318-1321. https://doi.org/10.1177/0960327115603588

Osorio Anaya, A. M., Manrique Fajardo, J. J., & Cornejo Sánchez, Ó. (2019). ESTUDIO TEÓRICO DEL

PLASMÓN EN NANOESFERAS DE ORO.

Revista de la Sociedad Química del Perú, *85*(4),

432-439. https://doi.org/10.37761/rsqp.v85i4.257

Banco de pruebas para control satelital mediante bobinas magnéticas

J.C. Garibaldi-Vallejo [1]*, E. Muñoz-Arredondo [2], V.H. Mejía-Trejo [1], L.S. Pérez-Sánchez [2], L. Granados-Cruz [3], R. Chávez-Moreno [3], C. Romo-Fuentes [3].

[1]Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Juriquilla. [2]Instituto Tecnológico de Querétaro. [3]Unidad de Alta Tecnología UNAM.

*Contacto:
jc_garibaldi.vallejo@comunidad.unam.mx

Resumen

El siguiente trabajo abarca los avances del diseño, manufactura y control de una jaula de bobinas de Helmholtz como parte del proyecto de desarrollo tecnológico: "*Banco de pruebas para control de orientación de nanosatélites*", elaborado en la Unidad de Alta Tecnología (UAT) de la Facultad de Ingeniería (FI) de la UNAM, como propuesta de solución a la necesidad de emular el entorno espacial magnético para probar algoritmos de control de orientación que utilizan sensores y actuadores magnéticos en órbitas bajas. Dentro de los avances presentados se encuentran: la simulación de la órbita en STK para el caso de estudio del nanosatélite *K'oto*, también desarrollado por la UAT; los cálculos realizados para el diseño de la jaula de bobinas de Helmholtz, las mediciones realizadas a estas, y el método utilizado para el control de lazo cerrado haciendo uso del software *LabVIEW* para la emulación de perfiles de campo magnético.

Palabras clave: *Pruebas, ADCS, Bobinas de Helmholtz, Algoritmos de Control, LabVIEW*

Abstract

The following work covers the advances on the design, manufacturing and control of a Helmholtz coil cage as part of the technological development project: *"Test bench for nanosatellite orientation control"*, developed at the Unidad de Alta Tecnología (UAT) of the Facultad de Ingeniería (FI) of UNAM, as a proposed solution to the needing of emulate the magnetic space environment to test orientation control algorithms that use magnetic sensors and actuators in low orbits. Among the advances presented are: the simulation of the orbit in STK for the case study of the *K'oto* nanosatellite, also developed by the UAT; the calculations carried out for the design of the Helmholtz coil cage, the measurements made on them, and the method used for closed-loop control using *LabVIEW* software for the emulation of magnetic field profiles.

Keywords: *Testing, ADCS, Helmholtz coils, Control Algorithms, LabVIEW*

Introducción

En los últimos años ha crecido el interés en actuadores magnéticos para satélites, como las magnetorcas, principalmente por el incremento en el número de satélites pequeños lanzados. Los satélites pequeños son una buena opción para universidades y centro de investigación para poder probar sistemas experimentales y nueva tecnología con un presupuesto limitado. En este contexto, es necesario contar con infraestructura adecuada para probar sistemas de estas características en Tierra para garantizar el éxito de la misión.

Dentro del núcleo externo de nuestro planeta, se encuentran grandes mares de metales ferromagnéticos en estado líquido, cuyo movimiento produce un campo magnético alrededor de la Tierra, llamado magnetósfera, extendiéndose desde los 500 hasta los

60000 km de altura. Esta capa nos protege de eventos tan peligrosos como los vientos solares, atrapándolos y produciendo los fenómenos de las auroras boreales. Sin embargo, debido al movimiento incesante de los metales antes mencionados, este campo magnético no es estático, haciendo que varíe a lo largo del tiempo (variación secular).

Para probar sistemas de determinación y control de orientación (ADCS) basados en magnetorcas, es necesario emular el ambiente espacial de la Tierra para las órbitas típicas de satélites pequeños.

Metodología

Para la obtención de los datos de campo magnético terrestre, se usó el software STK de AGI, en donde se simuló la órbita para el caso de estudio K'oto. En la figura 1 se muestra la representación de esta órbita.

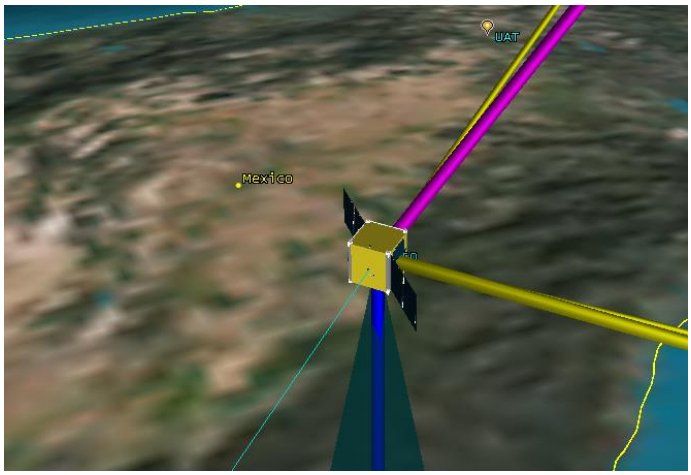


Figura 1: Simulación de órbita para el nanosatélite K'oto en STK.

Expresando el campo magnético vectorialmente, tendremos que el eje z, también llamado *Nadir*, apuntaría hacia el sur, como se había dicho, mientras que el punto más alto es el *Zenith*, como es mostrado en la figura 2.

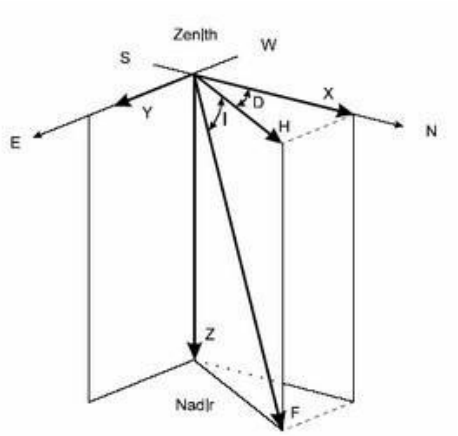


Figura 2: Coordenadas esféricas en la Tierra.

El ángulo formado entre H y el eje X (dirección del norte geográfico), será la declinación (D). Y, el ángulo formado entre H con el eje Z se llamará inclinación (I).

Para medir la intensidad del campo magnético es usada en el Sistema Internacional de Unidades (SI) la unidad "Tesla" (T), aunque resulta demasiado grande para la medida real, por lo que nuestro campo magnético se encuentra en el orden de los nanoteslas (nT=$1 * 10^{-9}$ T). En el Ecuador, la magnitud es de 30000 nT, mientras que en los polos es de 60000 nT. (Restrepo, A. F. et al.,2014).

Bobinas de Helmholtz y Ley de Biot-Savart

El estudio del comportamiento del campo magnético generado por las bobinas Helmholtz se puede realizar mediante la ley de Biot-Savart. La configuración de bobina Helmholtz consiste en un par de bobinas circulares o cuadradas ubicadas de forma paralela una a otra dentro del área experimental a lo largo de un eje común, separadas a una distancia h. Cada bobina está formada por N vueltas de cable conductor; para las bobinas cuadradas de longitud de lado $2a$, como se ilustra en la figura 3, la relación entre el lado y la distancia de separación está dada por un factor de 0.5445 ($h = 0.5545 * 2a, h\ = 1.089 * a$) (Restrepo, et al., 2014). El par de bobinas se conecta en serie, y por ellas circula una corriente eléctrica de intensidad I, generado por un campo magnético que es

prácticamente uniforme en el espacio comprendido entre ellas (Tsz-Ka, 2004).

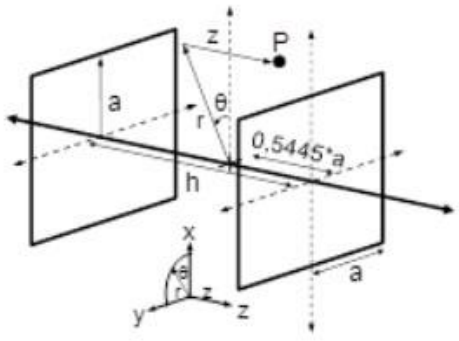


Figura 3: Bobinas de Helmholtz para generación de un campo magnético.

La expresión a usar entonces para el cálculo del campo magnético generado por las bobinas, será una modificación de la ley de Biot-Savart, que se muestra en la ecuación 1.

$$B(z) = \frac{2\mu_0 N I a^2}{\pi} * \left(\frac{1}{\left(a^2 + \left(z + \frac{h}{a}\right)^2\right) * \sqrt{\left(2a^2 + \left(z + \frac{h}{a}\right)^2\right)}} + \frac{1}{\left(a^2 + \left(z - \frac{h}{a}\right)^2\right) * \sqrt{\left(2a^2 + \left(z - \frac{h}{a}\right)^2\right)}} \right) \quad (1)$$

Donde:

a = Longitud media del lado de la bobina

h = Distancia entre las bobinas

z = Distancia entre el centro de separación y el punto evaluado

μ_0 = Constante de permeabilidad magnética del vacío $4\pi * 10^{-7}\ T * m * A^{-1}$.

N = Número de vueltas en una bobina.

I = Corriente Aplicada a la bobina.

Para el caso que es de interés, que es en el centro del par de bobinas de Helmholtz, la ecuación se puede aproximar a la siguiente expresión:

$$B_z(0) \approx \frac{4\mu_0 N I}{1.2965\pi * a\sqrt{2.2965}} \quad (2)$$

En términos generales, la distribución de campo magnético usando una configuración Helmholtz será homogénea solo para una determinada área ubicada en la mitad de la distancia de separación del par de bobinas (Torres O. et al., 2007). En la figura 4 se muestran las líneas de campo para un par de bobinas.

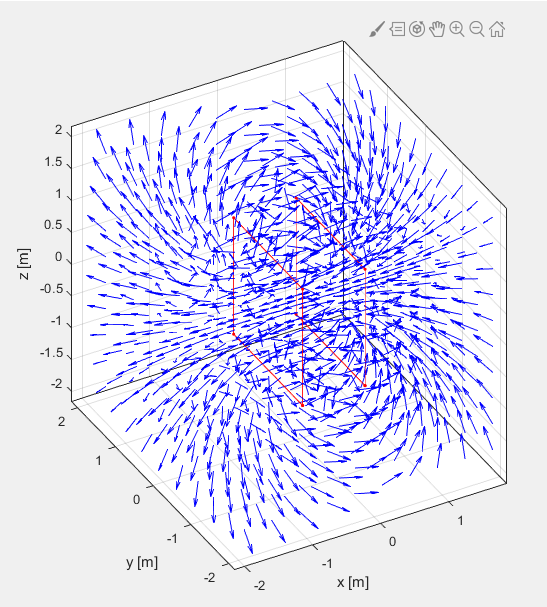


Figura 4: Líneas de campo magnético de un par de bobinas.

Además, para realizar las pruebas de la generación del campo magnético en el centro de cada bobina, para una bobina cuadrada, la ecuación es:

$$B = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I N}{\pi D} \quad (3)$$

Esto servirá para poder caracterizar cada bobina por separado.

Parámetros nominales

Uno de los parámetros más importantes a considerar es la uniformidad del campo magnético generado por las bobinas Helmholtz debido a las limitaciones de frecuencia de operación, inductancia mutua y acople de impedancias; con el objetivo de especificar las limitaciones de operación se realiza la caracterización de las bobinas Helmholtz cuadradas utilizando estos parámetros de diseño (Cvetkovic y Cosic, 2007).

El cálculo de la resistencia de cada bobina está determinado por las ecuaciones 4 y 5.

$$R = \frac{\rho l}{s} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} \quad (4)$$

$$l = \frac{R\pi d^2}{4\rho} = 4ND \quad (5)$$

R= Resistencia en ohms.

ρ= Resistividad del cobre $1.7 * 10^{-8}$ Ω*m.

l= Longitud del alambre en metros

s= Sección transversal del alambre en metros

d= Diámetro del alambre en metros

D= Longitud del lado de la bobina→$D = 2 * a$

La inductancia serie de las bobinas se puede calcular mediante la ecuación 6 (Javor & Anderson, 1998). La inductancia mutua (M) se define entre cada car de bobinas y se determina por medio $M = \alpha * a * N^2$ (Bronaugh, 1995). Es decir, que no se tiene en cuenta el acople de los otros dos pares de bobinas.

$$L = \frac{2\mu_0 DN^2}{\pi} * (ln\frac{2D}{d} - 0.774) \quad (6)$$

De modo que, la inductancia resultante (L_f) para un par de bobinas está determinada por la ecuación 7.

$$L_f = L + M = \frac{4\mu_0 DN^2}{2\pi} * (ln\frac{2D}{d} - 0.465) \quad (7)$$

Ahora bien, de acuerdo a los requisitos del campo magnético que se busca poner a prueba en el Cubesat, el rango de campo magnético generado por la tierra va de 20 μT a 60 μT (0.2 Gauss a 0.6 Gauss).

La propuesta de campo magnético a generar es de 100 μT, y, por si en algún punto de la manufactura se obtienen valores diferentes de resistencia o de inductancia, se propone generar un campo magnético un poco mayor para garantizar que, si al menos es menor, solo lo sea un poco, y siga siéndonos lo suficientemente útil.

Entonces: $B_z(0) = 100\mu T$ es el objetivo a generar en el centro de los pares de bobinas.

Para el cálculo del número de vueltas de cada bobina, se usa la ecuación (12) y se despeja el valor de N.

$$N = \frac{(B_z(0)) * (1.2965\pi * a\sqrt{2.2965})}{4\mu_0 I} \quad (8)$$

Donde:

$$h = 1.089 * a$$

Habiendo propuesto que se requiere de al menos 0.5 m de espacio para un nanosatélite y considerando que el campo magnético entre las bobinas es solo homogéneo en la mitad de la distancia, entonces, la separación de las bobinas deberá ser de 1 m, por lo cual: h =1m.

$$a = \frac{h}{1.089} = \frac{1}{1.089} = 0.9182 \quad (9)$$

$$D = 2 * a = 2 * 0.9182 = 1.8365\ m \quad (10)$$

Para la corriente de las bobinas, se considera el estándar AWG para el calibre 22, cuyas características se muestran en la Tabla 1.

Diámetro (mm)	0.6438
Resistencia por kilómetro (Ω)	51.5
Capacidad (A)	0.92

Tabla 1: Características alambre calibre AWG22.

Dimensiones de Bobinas

Después de haber hechos los cálculos para la manufactura de las bobinas, se procedió a armarlas.

El primer par fabricado de Bobinas de Helmholtz, tuvo de medidas, como se muestra en la figura 5.

Lado A Interno = 183.75cm

Lado B Interno = 184.25cm

Ancho de Perfil = 1.2cm

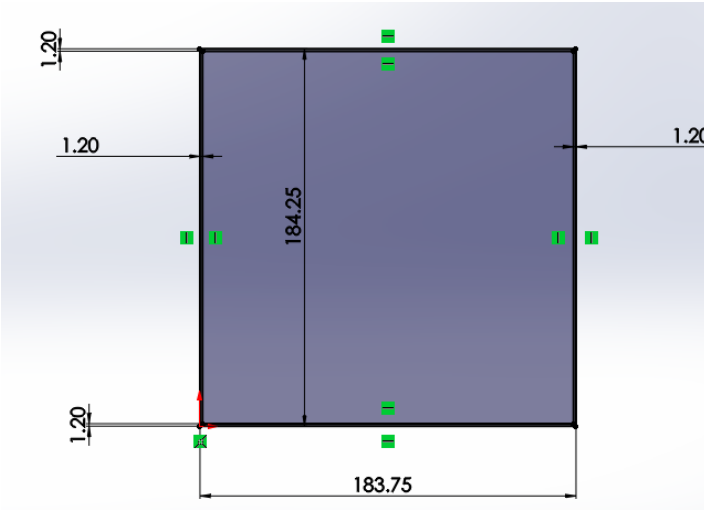


Figura 5: Dimensiones del primer par de bobinas.

Para este par de bobinas, se analizó inicialmente que tuviera una separación de 1 m entre las bobinas, para generar un campo magnético homogéneo en el centro con un rango de al menos 50cm. La consideración con respecto a los otros pares de bobinas cambió, debido a que se partió de que las primeras bobinas creadas regían las medidas de las interiores a ser de menores dimensiones respecto a las primeras y que tengan un área ligeramente menor. Además, en lugar de crearse bobinas cuadradas de 1.83m de lado, se manufacturaron de forma rectangular de 1.83 m y 184.25 m, sin embargo, se sigue considerando una aproximación para los cálculos con bobinas cuadradas de 1.84 m.

Control de las bobinas de Helmholtz

Para establecer un control de lazo cerrado sobre nuestras bobinas de Helmholtz, se controlará una fuente variable a una interfaz realizada con el software LabVIEW, de National Instruments. En la figura 6 se muestra el diagrama de control simplificado. Para cerrar el lazo de control se usa las mediciones de un sensor RM3100 de grado militar, previamente calibrado.

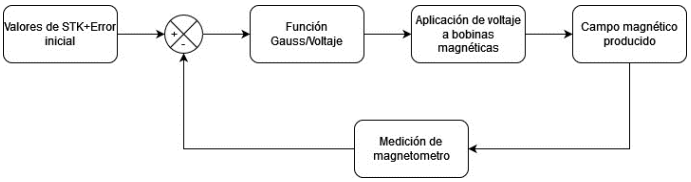


Figura 6: Lazo cerrado de control de bobinas de Helmholtz.

Resultados

Una vez concluido el armado y la instalación de las bobinas en la configuración como se muestra en la figura 7, se realizó la simulación de cada par de bobinas en Wolfram Mathematica, que se muestra en la figura 8. El valor simulado de campo magnético para estas bobinas con 0.92 A es 1.00357 Gauss.



Figura 7: Banco de prueba con jaula de bobinas de Helmholtz armada y estación de control.

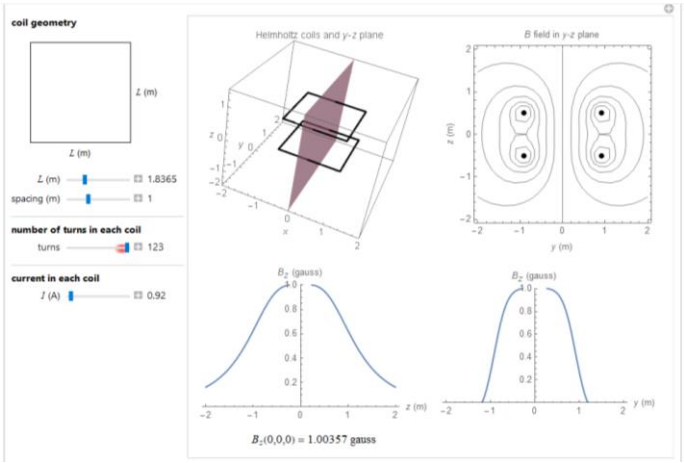


Figura 8: Simulación de campo magnético con par de bobinas.

Para el caso de las pruebas realizadas con el controlador de LabView, aunque la fuente variable que se usa tiene como límite 60 V, se limitó el voltaje de todos los canales a 40 V por las restricciones de los puentes H utilizados. En la figura 9 se muestra una captura de pantalla de la interfaz del controlador de las bobinas hecha en LabView, desde donde se pueden importar los archivos de datos de STK para realizar el control de voltajes hacia las bobinas según el principio de control utilizado, o un control manual de estos voltajes para pruebas.

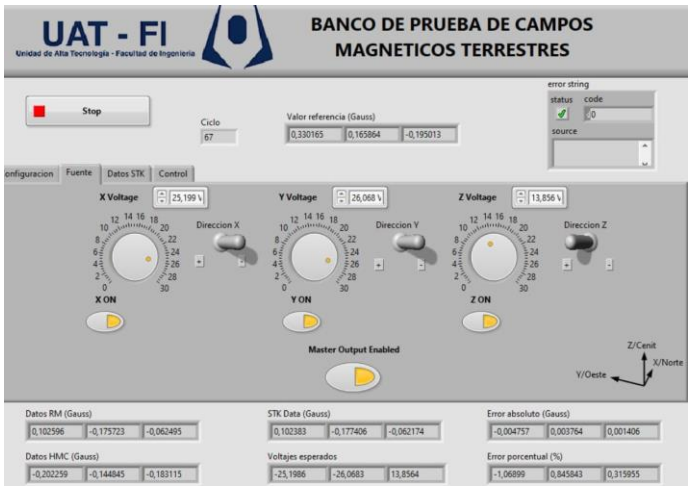


Figura 9: Interfaz de control de LabView.

Con el control utilizado, se logró la emulación del campo magnético deseado con un error relativo promedio de 0.9% para el caso de una prueba de un periodo de una fracción de diez minutos de una órbita en LEO a 51° de inclinación. Se midió el campo magnético en los ejes x, y, z, y se graficó en comparación a los datos obtenidos del software STK, como se muestra en las figuras 10, 11, 12. El error relativo de los tres ejes se muestra en la figura 13.

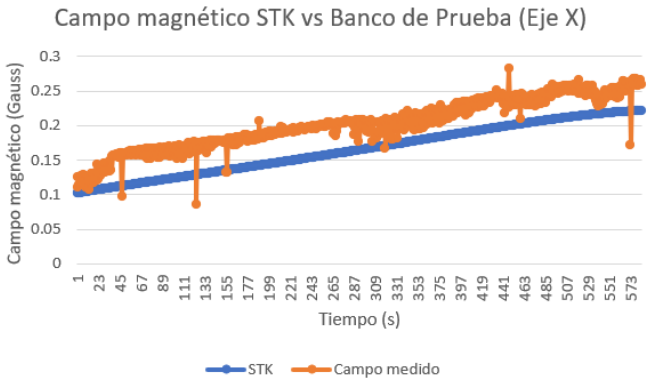


Figura 10: Campo magnético de STK contra los datos medidos por el magnetómetro en el eje x.

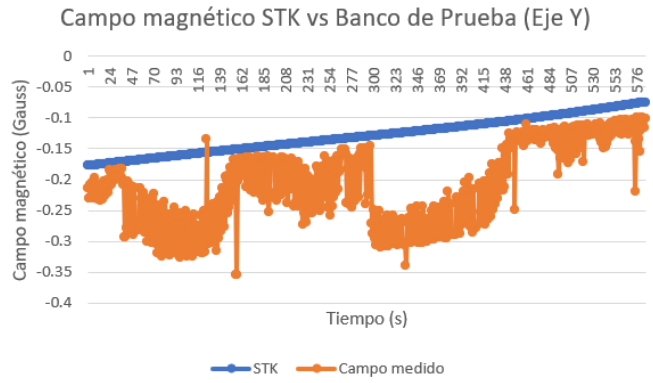


Figura 11: Campo magnético de STK contra los datos medidos por el magnetómetro en el eje y.

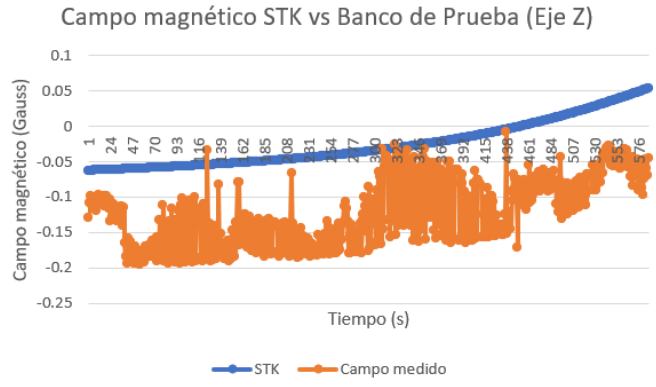


Figura 12: Campo magnético de STK contra los datos medidos por el magnetómetro en el eje z.

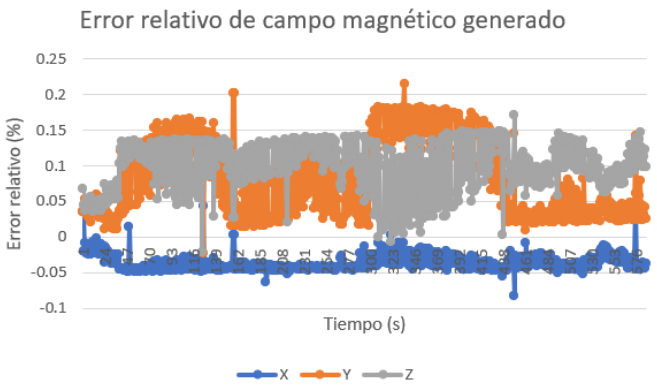


Figura 13: Error relativo del STK contra el error relativo de las mediciones del magnetómetro.

Error relativo promedio (%)		
X	Y	Z
-0.03611293	0.08253852	0.09661311

Tabla 2: Los errores relativos de cada uno de los ejes.

Discusión y conclusiones

Se presenta un banco de pruebas con una jaula de bobinas de Helmholtz capaz de emular los campos magnéticos terrestres en órbitas de LEO para poder probar algoritmos de orientación de un prototipo de nanosatélite CubeSat. En los resultados obtenidos se comparó con los datos de referencia obtenidos en STK.

Para este sistema, se busca solucionar la falta de voltaje suministrado hacia las bobinas para algunos periodos de la órbita simulada, debido a la limitación de voltaje de los puentes H utilizados, buscando reemplazarlos por unos con mejores capacidades o eliminarlos por completo.

Con este banco de prueba, también se busca añadir la emulación de luz solar para poder probar algoritmos de control más complejos que involucren estos datos, y la simulación de datos NMEA que puedan transmitirse hacia el prototipo como una emulación de un módulo GPS.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido apoyado por parte del proyecto PAPIIT TA101622 y mediante el programa Nuevos Talentos 2023 de CONCYTEQ.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por permitir la participación del proyecto en el evento “11° Encuentro de Jóvenes Investigadoras e Investigadores del Estado de Querétaro”.

Referencias bibliográficas

1. Restrepo, A. F., Franco, E. and Pinedo, C. R. (2014). Metodología de diseño e implementación de un sistema para generación de campos magnéticos uniformes con bobinas Helmholtz cuadrada tri-axial. Información Tecnológica, Vol. 25, No. 2, pp. 3– 14.
2. Tsz-Ka, T., (2004). Tri-axial Square Helmholtz coil for Neutron EDM Experiment. University of Hong Kong. Consultado el 25 de septiembre 2015 en http://www.phy.cuhk.edu.hk/sure/comments_2004/thomasli.pdf
3. Torres O., J. I., Cruz Muñoz, B. y Marin Ramírez, W., Caracterización y calibración automática de bobinas de Helmholtz en DC. Scientia et Technica, XVIII(34), 535-539 (2007).
4. Cvetkovic, D. y Cosic, I., Modelling and Design of Extremely Low Frequency Uniform Magnetic Field Exposure Apparatus for In Vivo Bioelectromagnetic Studies, Engineering in Medicine and Biology Society, 29th Annual International Conference of the IEEE, 1675-1678, Lyon, France, 22-26 Aug. (2007).
5. Javor, E. R. y Anderson, T., Design of a Helmholtz coil for low frequency magnetic field susceptibility testing, Electromagnetic Compatibility 1998, IEEE International Symposium on, 912-917, Denver, United States, 24 - 28 Aug. (1998).

6. Bronaugh, E. L., Helmholtz coils for calibration of probes and sensors: limits of magnetic field accuracy and uniformity, Electromagnetic Compatibility, 1995. IEEE International Symposium on, 72-76, Atlanta, United States, 14-18 Aug. (1995).

Diseño y Manufactura de pie protésico de Fibra de Carbono reciclada

Jair Antonio Luna-Merlos, Mara Patricia Simeón-Chávez, M. B. Ortuño-López, J. López-Barroso.

juventino.lb@queretaro.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro.

Resumen

En este trabajo se realiza un diseño innovador de prótesis de pie, mediante la herramienta de diseño *SolidWorks*® y simulación *ANSYS*®. El modelo 3D de la prótesis de miembro inferior se realizará a partir de una selección entre los diseños propuestos, con la asistencia de simulación mecánica. El diseño se basa en algunos establecidos en el mercado de prótesis de miembro inferior, que muestran ventajas como el tiempo de manufactura y accesibilidad de costo. En el caso de la fabricación híbrida se utiliza una plataforma impresa por manufactura aditiva (impresión 3D) y el método de infusión para el refuerzo de fibra de carbono. Los materiales de la prótesis son compuestos poliméricos y fibra de carbono reciclada, asignados de acuerdo con la relación desempeño mecánico y comodidad. Se llegó a un excelente desempeño de la manufactura tras la elaboración del primer prototipo de composito considerando el incremento de sus propiedades mecánicas evaluadas por ANSYS® en comparación con el polímero convencional. Algunas de las aportaciones mayores en este trabajo son el uso de la prueba de flexión por rotación y no la típica prueba de tensión; también el uso de fibra de carbono reciclada al igual que la manufactura aditiva lo que hará una prótesis mucho más barata que las mostradas en el mercado.

Palabras clave. Diseño de pie protésico, fibra de carbono, impresión 3D, SolidWorks, México, enfermedades.

Abstrac

In this work, an innovative design of a foot prosthesis will be carried out, using the SolidWorks® design tool and ANSYS® simulation. Due to the fact that people who have suffered an amputation due to chronic problems or genetics, do not have adequate and optimal prostheses, with which they could have a better quality of life.
The 3D model of the lower limb prosthesis will be made from a selection among the proposed designs, with the assistance of mechanical simulation. The design will be based on some established in the lower limb prosthesis market, which show advantages such as manufacturing time and cost accessibility. In the case of hybrid manufacturing, a platform printed by additive manufacturing (3D printing) and the infusion method for carbon fiber reinforcement will be used.
On the other hand, the materials will be from polymeric composites and recycled carbon fiber, assigned according to the mechanical performance and comfort ratio.

Keywords.
Prosthetic foot design, carbon fiber, 3D printing, SolidWorks, Mexico, diseases.

INTRODUCCIÓN

Según (INEGI), en México viven aproximadamente 780,000 amputados, pero sólo el 10% de ellos cuentan con prótesis de piernas (Indesol,2017.) Según el experimentado protesista Eric Lemus, se estima que más de 20.000 personas sufren amputaciones cada año, pero sólo 1.500 prótesis se fabrican en el marco de programas gubernamentales de EE. UU., la mayoría de las personas que padecen diabetes (DT2) sin prótesis todavía llaman la atención (Lemus, et al. 2021).

Varias enfermedades o trastornos pueden limitar la movilidad de una persona, tales como la parálisis cerebral, daño en los nervios, esclerosis múltiple o cualquier trastorno neuromuscular (Fady Alnajjar, et al. 2021.) así mismo la Diabetes Mellitus Tipo (DT2) se encuentra entre el 8% y 15% en México (Ceballos,2022.) y es la causante de las amputaciones en la mayoría de los casos.

México tiene la prevalencia de diabetes más alta del mundo debido a la mala alimentación, el sedentarismo y la falta de una cultura de salud y prevención. La enfermedad, que afecta aproximadamente a 9 millones de mexicanos, es también una de las principales causas de infecciones de heridas, gangrena y la consiguiente amputación de dedos, pies e incluso piernas enteras. Se estima que aproximadamente el 75% de los casos de amputación de diabéticos probablemente resulten en la muerte en los próximos cinco años. La amputación de una extremidad genera un gran impacto tanto a nivel psicológico como físico, esto trae problemas para que una persona pueda tener una calidad de vida óptima, algunas producen cambios en las capacidades condicionales y coordinativas (Benavides mozo, 2020).

Es importante que los pacientes tengan acceso a atención médica, rehabilitación y prótesis que les ayuden a recuperar la movilidad y la calidad de vida (Lemus, et al. 2021.) Para proponer una solución a esta necesidad, llevamos muchos años trabajando en el desarrollo de diversas prótesis para recuperar la funcionalidad perdida.

Una prótesis se define como una dispositivo o aparato que sustituye una parte, pieza, órgano o miembro del cuerpo humano que no exista por agenesia o pérdida por amputación, sin perder las funciones naturales (Harmonic Drive SE,2016.) Las prótesis se pueden elaborar con materiales poliméricos, metales y materiales compuestos, los dispositivos actuales son livianos, funcionales, estéticos y de gran comodidad.

Las prótesis se clasifican en endoprótesis son todas aquellas que se encuentran rodeadas de tejido corporal, precisan de procedimientos quirúrgicos para su colocación, exoprótesis son las que se encuentran fuera del cuerpo, es decir se pueden retirar, se les conoce también como aparatos ortopédicos (Harmonic Drive SE,2016).

El sector biomédico de las prótesis ha evolucionado de forma exponencial y sus dispositivos pueden llegar a ser muy sofisticados. Entre los adelantos se encuentran el desarrollo de prótesis que integran a la electrónica, la incorporación de nuevos modelos creados por manufactura aditiva también conocida como impresión 3D (Asan Cushpa, et al. 2023.)

La técnica de impresión tridimensional (3D) ha sido ampliamente utilizada en los campos médicos debido a que estas pueden producir objetos con detalles dimensionales únicos. Como ejemplo se puede citar a los órganos artificiales producidos mediante bioimpresoras, desarrollo de piezas de titanio para subsanar defectos craneales, artroplastia de cadera y prótesis de mano en cado de amputación (Yong Ho Cha, et al. 2017.) Esta técnica ofrece una versatilidad ilimitada, baja complejidad, requerimientos menores de material y tiempos de procesamiento cortos en comparación con las técnicas de fabricación aditiva más comunes (M. Walbran, et al.2016).

La tecnología de impresión está estrechamente relacionada con las herramientas de diseño CAD, que significa *Computer Aided Design.* Este sistema se emplea para generar modelos de un producto determinado; permite manipular características como el tamaño, la forma, el contorno con la finalidad de modificar las ideas de diseño y simular el funcionamiento del producto (Autodesk,2020).

CAE es un acrónimo de "Ingeniería asistida por computadora", también conocida como ingeniería asistida por computadora, que se refiere a herramientas que respaldan las decisiones técnicas para el desarrollo y optimización de productos. Se pueden realizar varios análisis, incluidos análisis estáticos, dinámicos, electromagnéticos y acústicos (M. Sinc,2019).

Por su parte, el acrónimo CAM, Computer Aided Manufacturing, significa Computer Aided Manufacturing, un software de control numérico destinado a crear instrucciones detalladas para controlar máquinas herramienta CNC (Computer Numerical Control) para la fabricación de piezas, y consiste en el uso de aplicaciones (Ansys Grater Selector,2021).

El desarrollo y avance de los materiales compuestos poliméricos y el auge que han tenido las técnicas de manufactura aditiva sirven como métodos de obtención más fiables y han revolucionado la creación y el desarrollo de prótesis con un grado de complejidad mayor. Las nuevas tecnologías permiten al paciente llevar una mejor experiencia,

por ejemplo, reducir el peso de estos aparatos y ser utilizados con mayor comodidad (Pelozo,2021).

En cuanto a las materias primas para la manufactura aditiva se pueden destacar los siguientes polímeros: el PLA (ácido poliláctico), el PS (poliestireno) y el ABS (acrilonitrilo butadieno estireno). El PLA por su parte, es un termoplástico biodegradable comercial versátil, respetuoso con el medio ambiente, biodegradable, reciclable, compostable, biocompatible, con buena procesabilidad térmica y destacado por sus aplicaciones en usos comunes, incluidos fines médicos y alimentarios (Merck KGaA,2023).

El PS, es ligero y posee alta resistencia al impacto, entre sus múltiples aplicaciones se encuentran el área de salud y medicina para dispositivos médico como aquellos equipos de atención respiratoria, concentradores de jeringas y recipientes de succión (Plastich Technology México,2023).

El ABS combina propiedades mecánicas de rigidez y resistencia al impacto, usado en prototipos resistentes y piezas de uso final entre otros (Merck KGaA,2023.) para la industria aeronáutica y automotriz. En el sector biomédico se ha utilizado principalmente en la ingeniería de cartílagos más que en la ingeniería de tejidos blandos (Omnexus,2023).

Otros materiales no poliméricos que son importantes la industria aeronáutica y automotriz son las fibras de carbono 2/2 twill 0°-90°, 2/1 twill, 2/2 twill ±45°.

0°/90° 2/2 TWILL CARBON (RC200). Este refuerzo de tejido de fibra de carbono 3k de primera calidad, es adecuado para una amplia gama de aplicaciones de refuerzo compuesto de alto rendimiento que incluyen laminación manual, embolsado al vacío, infusión de resina y revestimiento. El tejido de sarga 2/2 con un peso de 210 g/m^2 es el tejido de carbono más utilizado de todos (Easy composites,2023).

1X1 TWILL PLAIN CARBON (PC200. Esta tela 3k de fibra de carbono de tejido liso es adecuada para su uso en la fabricación de colocación húmeda, embolsado al vacío e infusión de resina, así como para su uso como una capa de superficie única donde se fabrican piezas para que parezcan fibra de carbono (desollado) (Easy composites,2023).

+45°/-45° BIAXIAL CARBON (XC100). Refuerzo de fibra de carbono biaxial de 300 g/cm^2 ±45° utilizando fibra TR30S de alta resistencia. Un multiaxial sin rizado como este se utiliza frecuentemente en combinación con un refuerzo de tejido convencional para agregar cómodamente fibras (y, por lo tanto, resistencia) alineadas a +45° y -45°, creando un laminado con una resistencia más igual en todas las direcciones (Castro Composites,2023).

Este proyecto se desarrolla con el objetivo diseñar y fabricar un pie protésico mecánico por medio de la impresión 3D e infusión para fibra de carbono, para el diseño y simulación se utilizó el software *SolidWorks*® y el análisis de elementos finitos mediante *ANSYS*®. La caracterización mecánica se llevó a cabo en probetas para ensayo de flexión con base en la Norma ASTM D790. Esto destinado a un sector en específico que son personas con problemas falta de las extremidades inferiores. Este componente se desarrolló se desarrolle a base de materiales compuestos de matriz polimérica de PLA, ABS y PS, incorporando merma de Fibra de Carbono reciclada de los residuos producidos en una industria aeronáutica.

METODOLOGÍA

El grupo de trabajo seleccionado fueron hombres de 18 a 65 años con una estatura y peso promedio, con amputaciones transtibiales causadas por enfermedades vasculares como diabetes de acuerdo con las referencias revisadas. De esta forma se determinaron las medidas y requerimientos anatómicos necesarios para el prototipo. En la Figura 1, se muestra la metodología para la realización del proyecto.



Figura 1. Metodología para la realización del proyecto
Fuente: Propia

Se comienza con el diseño en *SolidWorks*, seguido de una simulación del funcionamiento en *ANSYS*. Después se selecciona el material a utilizar; la manufactura con impresión 3D e infusión para unir la fibra de carbono con el polímero; y por último una serie de pruebas de flexión rotativas.

DISEÑO

Para llevar a cabo el diseño de la prótesis se realizaron bosquejos de cada parte a mano alzada. Con la finalidad de realizar el prototipo de una prótesis de pie basada en impresión 3D y reforzada con fibra de carbono, se realizó un bosquejo de la prótesis. El diseño se realizó en *SolidWorks* en una sola pieza el pie (Figura 2), tomando en cuenta la flexión de este con el tobillo. Para la simulación de posibles fallas mecánicas del prototipo se utilizó *ANSYS*. Posteriormente de acuerdo con el ensayo de flexión por rotación de la máquina METRO COM se realiza la probeta para diseñar e imprimir.

SELECCIÓN DE MATERIALES Y MANUFACTURA DE LAS PROBETAS

La impresión se realizó tres veces con los tres diferentes polímeros PLA, PS, ABS. Una vez impresas, se procede a laminar las probetas por el método de infusión con fibra de carbono (2/2 twill, XC100, XRC200), ya que poseen propiedades de resistencia a la tensión superiores a los 4000 MPa y un Módulo de Young superior a 230000 MPa.
Como primer lugar se diseñó en *SolidWorks*® la probeta para la prueba de flexión por rotación, figura 2.



Figura 2. Diseño en SolidWorks® de la probeta
Fuente: Propia.

Para el caso de la manufactura se utilizó la impresora FLASHPRINT (Creator 3), primero con el PLA durante 4 horas aproximadamente, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Impresión en 3D de la probeta de flexión rotativa.
Fuente: Propia



En cuanto al refuerzo del polímero que es la Fibra de Carbono sea hace mediante la técnica de Infusión que no es otra cosa que colocar un pedazo de fibra de carbono en un molde, junto con un poco de resina semidura, los cuales se combinan con calor y vacío y que para curar se requiere temperatura ambiente, calor (horno) o al vacío. Como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Técnica de Infusión Fibra de Carbono 2/2 twill 0°-90°.
Fuente: Propia

CARACTERIZACIÓN

Se pretende hacer simulaciones con el software *Ansys* con la finalidad de evaluar las distintas propiedades mecánicas que presentan las matrices poliméricas (PS, ABS, PLA, ABS + FC.) y después corroborar la presencia de la mejora de las propiedades por pruebas de flexión y tensión a fin de determinar el compuesto o la matriz más apta para la incorporación en la prótesis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DISEÑO DE LA PRÓTESIS

Se realizaron 2 modelos diferentes en *SolidWorks*® de un pie protésico y se evaluó mediante simulación estructural en *ANSYS*® para su selección con el

material que asigna el software por default acero estructural.

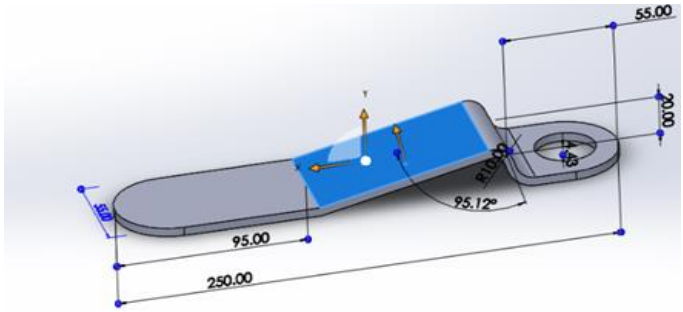


Figura 5. Primer diseño evaluado.
Fuente: Propia

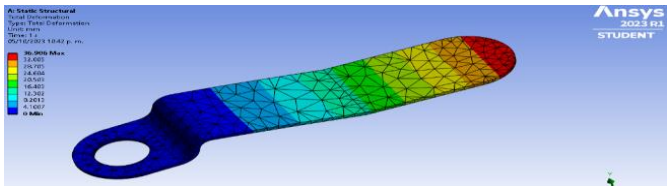


Fig. 6. Simulación del primer diseño en ANSYS.

Fuente: Propia

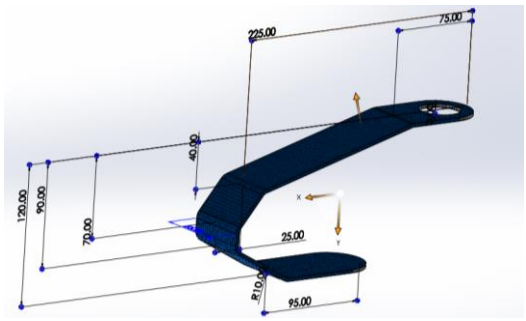


Fig 7. Segundo diseño evaluado.

Fuente: Propia.

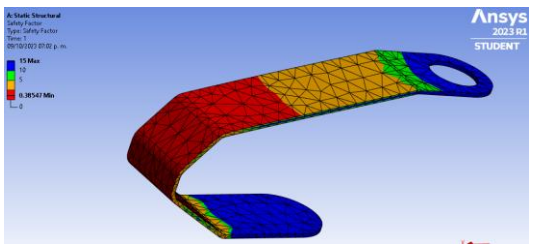


Fig 8. Simulación del segundo diseño en ANSYS.

Fuente: Propia.

Los mejores valores en cuestión del factor de seguridad, la deformación total y el estrés equivalente de la prótesis se presentó en la Fig.5, siendo las óptimas para emplear para el desarrollo del pie protésico.

Matrices simuladas en ANSYS (PS, PLA, ABS, ABS + FC)

Parámetros: Análisis estático estructural, sometido a una fuerza de 60~70 Kg unidireccional, evaluando la deformación total, el estrés equivalente o de Von mises, el Factor de seguridad.

Deformación total.

PS (high impact);

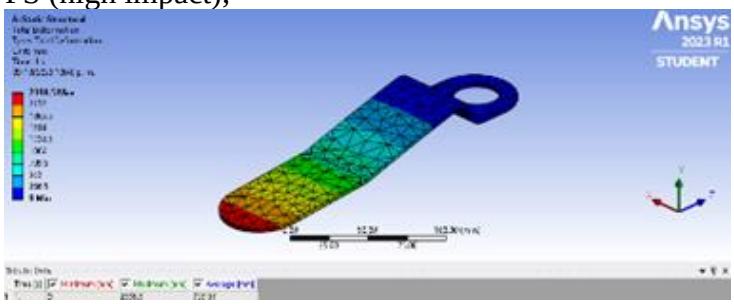


Fig. 9. Simulación PS en ANSYS.
Fuente: Propia.

En la figura 9 se observa que el mayor punto de deformación se encuentra en la punta del pie protésico.

PLA

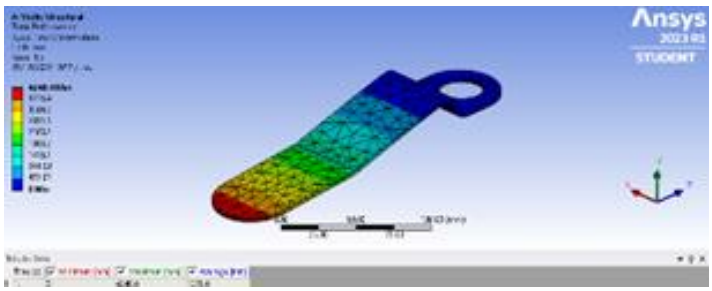


Fig. 10. Simulación PLA en ANSYS.
Fuente: Propia.

En la figura 10 se observa que el punto de deformación es ligeramente mayor en PLA que en PS al igual que este presenta el mayor punto de deformación en la punta.

ABS

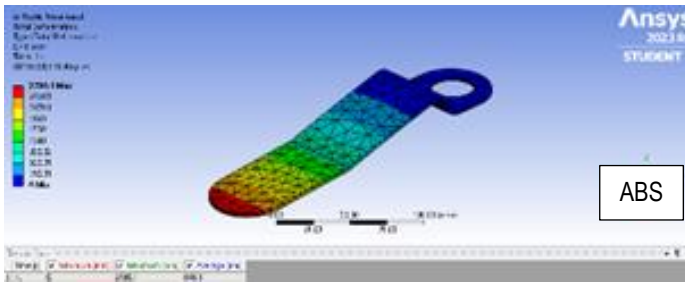


Fig. 11. Simulación ABS en ANSYS.
Fuente: Propia.

En la figura 11 se observa la deformación máxima en la punta del pie en comparación con PS y PLA esta se da en menor cantidad.

ABS + FC

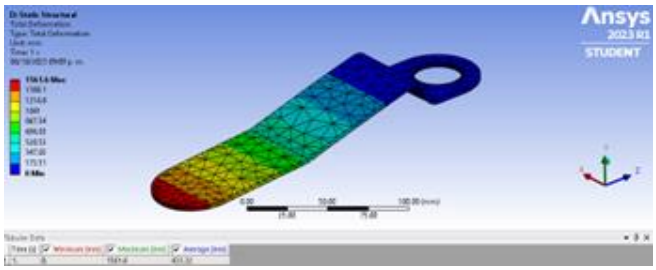


Fig. 12 Simulación composito en ANSYS.
Fuente: Propia.

En la figura 12 se observa. que tras la incorporación de la FC en una matriz de ABS aún hay presencia de la deformación, pero sus valores se redujeron hasta la mitad.

Estrés elástico equivalente.

PS

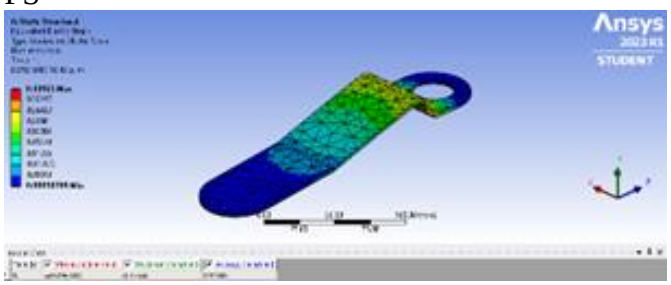


Fig. 13. Simulación PS en ANSYS.
Fuente: Propia.

En la figura 13 se observa que los valores en la tensión de Von Mises resultan aceptables ya que el mayor punto en la geometría no representa alguna deformación irrecuperable.

PLA

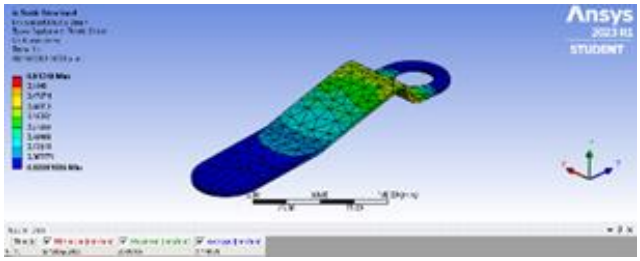


Fig. 14. Simulación PLA en ANSYS.

Fuente: Propia.

En la figura 14 se observa que los valores de tensión no representan un riesgo crítico a considerar, pero hay áreas de oportunidad.

ABS

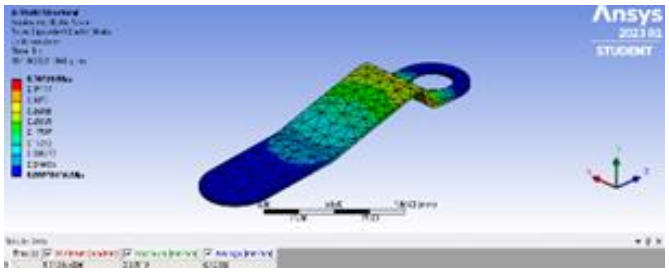


Fig. 15. Simulación ABS en ANSYS. Fuente: Propia.

En la figura 15 se observa que la tensión máxima empieza a hacerse presente en la zona donde se encuentra el soporte fijo sigue estando dentro del rango aceptable, pero es un área de oportunidad para el ajuste dimensional.

ABS + FC

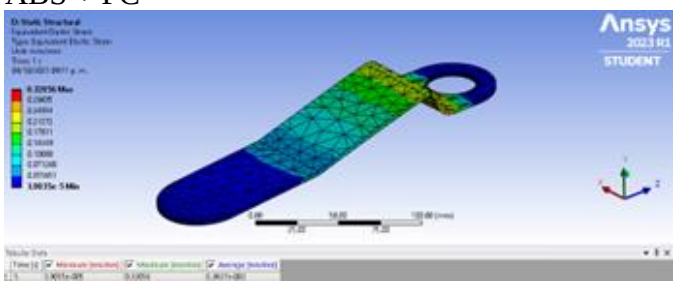


Fig. 16. Simulación composito en ANSYS.
Fuente: Propia.

En la figura 16 se observa la estabilidad de la prótesis hablando de tensión la cual origina a una deformación irrecuperable por la reducción de los

valores de esta, creando así mejores condiciones de trabajo con menos material.

Factor de seguridad
(Indica que tan probable es que mi prótesis falle)
PS

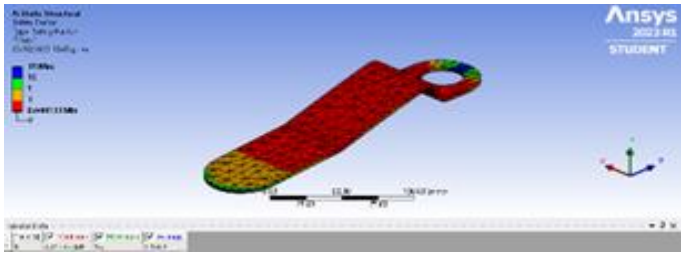


Fig. 17. Simulación PS en ANSYS
Fuente: Propia.

PLA

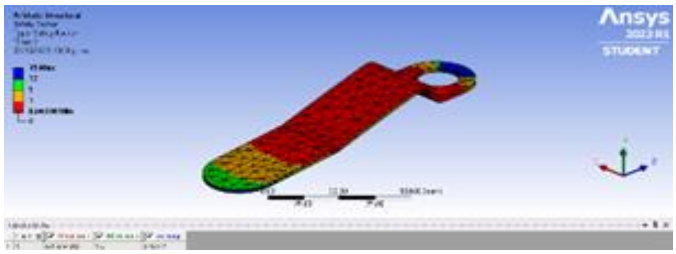


Fig. 18. Simulación PLA en ANSYS.
Fuente: Propia.

ABS

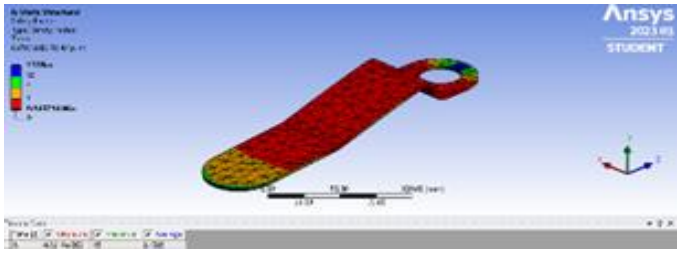


Fig. 19 Simulación ABS en ANSYS.
Fuente: Propia.

ABS + FC

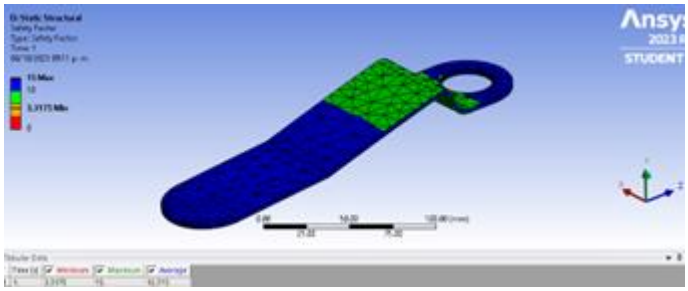


Fig. 20. Simulación composito en ANSYS.
Fuente: Propia.

Así mismo en las pruebas realizadas en la máquina de flexión por rotación se han impreso en diferentes diámetros para un mejor resultado. Se estudian los diferentes diámetros en cada probeta, figura 16 a y 16 b, esperando un resultado de rotura en la parte central de la probeta. Posteriormente se realiza el recubrimiento de carbono con fibra de carbono reciclada, como se muestra en la figura 16 c, para reforzar el polímero y tenga la resistencia óptima para soportar el peso del paciente.



Fig.21. Probetas posteriores a la prueba de tensión.
Fuente: Propia

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

RESULTADOS DE LA DEFORMACIÓN TOTAL (SIMULACIÓN)

Existen áreas de oportunidad dentro de los ajustes dimensionales del modelo se debe tener en cuenta optar por la modificación de la geometría en zonas específicas para que la distribución de los esfuerzos sea uniforme y el componente genere una mejor estabilidad respecto a la deformación.

RESULTADOS EN EL FACTOR DE SEGURIDAD (SIMULACIÓN)

Se observó que en los 3 materiales sin refuerzo los valores fueron menores a uno en casi la totalidad de la geometría y la probabilidad indica que el material presentara posibles fallas, en comparación al material compuesto que se pretendió manufacturar tomando en cuenta costo-beneficios, propiedades y alcance del proyecto la incorporación de la FC a una matriz de ABS incrementó los valores del factor de seguridad hasta un 80% haciéndolo apto para la aplicación de cargas y esfuerzos.

Para diseñar una prótesis de pie, en este proyecto se propuso el manejo de las herramientas CAD/CAE/CAM. Lo que permite el desarrollo de un prototipo práctico, asequible y estético para las personas que lo necesiten, Se consigue un ahorro de material en comparación con otros métodos de manufactura, así mismo se optimiza el tiempo de manufactura sin perjudicar la calidad adecuada para la aplicación, ya que se usa manufactura aditiva (3D) y la fibra de carbono reciclada.
Se esperan mejores resultados con la impresión 3D en cuanto a la geometría de relleno, así mismo con el refuerzo de fibra de carbono reciclada,

CONCLUSIONES

Un aspecto considerado influyente en el resultado final ha sido las condiciones del software ANSYS®, es necesario pagar licencias para correr simulaciones de materiales compuestos con lo cual el equipo no contaba para este proyecto.

Por otro lado, se debe considerar que la impresión 3D a pesar de su bajo costo en la actualidad todavía son pocos los materiales que se pueden manufacturar por esta técnica y además influye directamente con la calidad del producto considerando que esta es más rigurosa tratándose de que el producto va destinado al sector salud al igual que las propiedades mecánicas de un polímero impreso en 3D no son tan significativas si se compara con otros materiales aterrizados a la resistencia a la tensión, es por eso que se refuerza con Fibra de Carbono la cual le proporciona una resistencia mecánica y resistencia a la tensión superior a la del polímero.

Existen varias técnicas de la manufactura aditiva posibles a considerar pero son de mayor costo, un ejemplo de ello es la impresión SLA esta brinda mejores resultados en calidad final del producto, reducción de gases contaminantes y mayor producción en masa lo cual es de vital importancia en cuanto al desarrollo especifico de endo y exo prótesis por lo tanto con los avances obtenidos se pretende mirar hacia el futuro de la manufactura aditiva y contemplar aspectos de biocompatibilidad y propiedades tribológicas para el seguimiento y mayor desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Instituto Nacional De Desarrollo Social, IN (2017). *En Jalisco devuelven la autonomía a personas que han sufrido amputaciones* .

[2] Lemus, L. E. (2021). ¿Cuál es el porcentaje de amputados de pierna en México? Mi Protesis de Pierna. https://miprotesisdepierna.mx/blog/porcentaje-de-amputados-de-pierna-en-mexico/

[3] Fady Alnajjar , Riadh Zaier , Sumayya Khalid y Munkhjargal Gochoo (2021) Tendencias y tecnologías en la rehabilitación del pie caído: una revisión sistemática, revisión de expertos de dispositivos médicos, 18:1, 31-46, DOI:10.1080/17434440.2021.1857729

[4] Ceballos, Revista Salud en Tabasco vol. 28 no 1. Enero-Abril 2022 | Portal Tabasco. (s. f.). https://tabasco.gob.mx/revista-salud-en-tabasco-vol-28-no-1-enero-abril-2022.

[5] Benavidez Mozo, L. A., & Molina Galeano, L. F. (2020). Estrategias de evaluación en la fase preprotésica, protésica y postprotésica en pacientes con amputación transfemora: Revisión sistemática.

[6] Lemus, L. E. (2021). ¿Cuál es el porcentaje de amputados de pierna en México? Mi Protesis de Pierna. https://miprotesisdepierna.mx/blog/porcentaje-de-amputados-de-pierna-en-mexico/

[7] H. D. SE, «Harmonic Drive SE,» 01 Junio 2016. [En línea]. [Último acceso: 12 agosto 2021].

[8] H. D. SE, «Harmonic Drive SE,» 01 Junio 2016. [En línea]. [Último acceso: 12 agosto 2021]

[9] Asan Cushpa, Marco Vinicio; Quevedo López, David Gerardo. (2023). Diseño y construcción de una prótesis mecánica para amputación transmetacarpal controlada por muñón flexible y cables para una persona adulta. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/19192.

[10] Yong Ho Cha, Keun Ho Lee, Hong Jong Ryu, Il Won Joo, Anna Seo, Dong-Hyeon Kim, Sang Jun

Kim, "Ankle-Foot Orthosis Made by 3D Printing Technique and Automated Design Software", Applied Bionics and Biomechanics, vol. 2017, Article ID 9610468, 6 pages, 2017. https://doi.org/10.1155/2017/9610468.
[11] M. Walbran , K. Turner y AJ McDaid | Wei Meng (editor de revisión) (2017) Ortesis de tobillo-pie impresa en 3D personalizada con articulación de resorte compuesta de fibra de carbono adaptable, Cogent Engineering, 3:1, DOI: 10.1080/23311916.2016.1227022.
[12] Autodesk, «Autodesk,» 2020. [En línea]. Disponible: https://www.autodesk.mx/solutions/cad-design. [Último acceso: 12
Agosto 2021]. Blog ESSS simulating the future, «ESSS,» 08 Agosto 2014. [En línea]. Disponible:https://www.esss.co/es/blog/ingenieriaasistida-por-computadora-que-es-y-como-funciona/. [Último acceso: 13 Julio 2021].
[13] M. Sinc, «Mecasinc,» 2019. [En línea]. Disponible: https://www.mecanizadossinc.com/cad-cam-mecanizado/. [Último
acceso: 12 agosto 2021].
[14] Ansys Grater Selector, «Ansys.com,» 2021. [En línea]. Disponible: https://www.ansys.com/resourcecenter/ brochure/ansys-granta-selector. [Último acceso: 13 Agosto 2021].
[15] K. G. y. S. Pelozo, «Monografía y auditoría médica,» 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.auditoriamedicahoy.com.
[Último acceso: 12 de agosto de 2021].
[16] Polietilenglicol (PEG y PEO). (2023). Merck KGaA. Recuperado 23 de octubre de 6d. C., de https://www.sigmaaldrich.com/MX/es/products/materials-science/biomedical-materials/polyethylene-glycol.
[17]¿Qué es el poliestireno (PS)? Tipos y aplicaciones. (2023, 29 mayo). Plastic Technology Mexico. https://www.pt-mexico.com/articulos/detrs-del-poliestireno-ps.
[18] PLA Plastic (Polylactic Acid) - Uses, structure & material Properties. (s. f.). https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polylactide-pla-bioplastic?gclid=CjwKCAjwgsqoBhBNEiwAwe5w0_r3wcJc1tTEApTAW0ouwSwPVx-6b0plakPUm5UFiSy0CKIO1_HEzRoCY4cQAvD_Bww
[19] 210g 2x2 Twill 3K Carbon Fibre Cloth; 1m, 1.25m, 1.5m - Easy Composites. (s. f.). https://www.easycomposites.co.uk/200g-22-twill-3k-carbon-fibre-cloth
[20] 210g Plain Weave 3K Carbon Fibre Cloth; 1m, 1.25m - Easy Composites. (s. f.). https://www.easycomposites.eu/200g-plain-weave-3k-carbon-fibre-cloth
[21] Castro Composites. (s. f.). Tejido de carbono biaxial +45o/-45o de 12K y 300 g/m2, ancho 127 cm.https://www.castrocompositesshop.com/es/fibras-de-refuerzo/3014-tejido-de-carbono-biaxial-45%C2%BA-45%C2%BA-de-24-k-y-300-gm2-ancho-127-cm-8431252549924.html
[22] Overview of materials for acrylonitrile butadiene styrene (ABS), molded. (s. f.). https://www.matweb.com/search/datasheet_print.aspx?matguid=eb7a78f5948d481c9493a67f0d089646&n=1.

Ingeniería inversa en ventilas de ABS reciclado

Albero Hernández Ruiz*, Francisco Javier Velázquez Bocanegra, V. L. González-Ajuech, C.G. Flores-Hernández, M. B. Ortuño-López.

* l19141229@queretaro.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro.

RESUMEN

Se aplica la tecnología de impresión 3D y herramientas de software para el rediseño y manufactura de una pieza de ABS perteneciente al sector de las refacciones automotrices. Se plantea el estudio de la viabilidad del uso material reciclado para la manufactura de ventilas de aire acondicionado, a partir de la caracterización y comparación de sus propiedades de degradación acelerada, con las que presenta una pieza fabricada con material virgen.

PALABRAS CLAVE

ingeniería inversa, manufactura aditiva, impresión 3D, ABS

ABSTRACT.

3D printing technology and software tools are applied for the redesign and manufacturing of an ABS part belonging to the automotive spare parts sector. The study of the feasibility of using recycled material for the manufacture of air conditioning grilles is proposed, based on the characterization and comparison of its accelerated degradation properties, with those of a piece manufactured with virgin material.

KEY´S WORDS

reverse engineering, additive manufacturing, 3D printing, ABS

INTRODUCCIÓN

La ingeniería inversa o reconstructiva es una técnica de copiado/escaneo de geometrías para la innovación. De acuerdo con Monroy et al. (2013), el diseñador parte de un sistema, elemento, o aplicación de ingeniería de geometrías complejas, para realizar de forma eficiente la creación del diseño de un nuevo producto.

La industria automotriz se ve beneficiada por el diseño e innovación de elementos mecánicos. El desarrollo de nuevos productos de este sector industrial depende de la integración en los procesos creativos de dichos elementos, de herramientas de ingeniería para el diseño, simulación y manufactura como los sistemas: CAD, CAM y CAE respectivamente (Morales, 2014)

Convencionalmente el proceso de inyección y el de mecanizado CNC, han sido tecnologías utilizadas para llevar a cabo el desarrollo de piezas para la industria automotriz. Hoy en día se abren nuevas necesidades en la manufactura para la industria, que no necesariamente requieren la producción en masa y que tienen mayores necesidades en la reproducción de piezas de geometría complejas. Como respuesta, surge la tecnología de manufactura aditiva, también conocida como impresión 3D. La impresión 3D es una técnica típica de fabricación aditiva para fabricar productos de diversas estructuras y geometrías (Gonzalo Casado Llordén, 2022)

La impresión 3D no se llevaría a cabo sino fuera los adelantos tecnológicos en el diseño de softwares que se especializan en características precisas de la topología. Esto permite a los ingenieros rediseñar para proponer innovaciones, reduciendo costos y tiempo. La impresión 3D ha permitido hasta cierto

punto, mantener una competitividad en el mercado de fabricación de piezas automotrices y de otras industrias, ya que no utiliza en su proceso moldes y es posible fabricar piezas especiales por sus geometrías intrincadas. Sin embargo, los procesos convencionales como el moldeo por inyección seguirán siendo la mejor opción para la manufactura en masa.

General Motors® es una compañía automotriz que ha apostado por aplicación de la manufactura aditiva como complemento o herramienta para sus procesos producción; recientemente firmó un contrato con la empresa *Autodesk* para la utilización de sus nuevos *sofwares* de diseño.

Entre los materiales poliméricos de uso común para la manufactura de componentes automotrices, por sus excelentes propiedades mecánicas destaca el ABS, este material combina propiedades mecánicas de rigidez y resistencia al impacto. Las ventilas de algunos automóviles como las de la camioneta Chevrolet Tornado, están fabricadas de este material, sin embargo, pueden tener fallas mecánicas antes de lo habitual, ya que estos son vehículos de trabajos expuestos a condiciones de uso extremas, por lo que se hacer necesario el remplazo constante de estos componentes plásticos.

El uso indiscriminado de materiales sintéticos tiene al mundo en una crisis medioambiental sin precedentes, según la *National Geographic* 8 000 000 toneladas de residuos plásticos, terminan siendo arrojadas en los océanos cada año, estos llegan mediante vía fluvial a través de los grandes ríos de todo el mundo. (López Estrada, 2022).

Por lo anterior el desarrollo de tecnologías sustentables ya no es una opción sino una demanda que es necesario atender de inmediato. Una alternativa es la incorporación de materiales plásticos reciclados en los procesos productivos de elementos mecánicos automotrices, adoptando al menos insipientemente la filosofía de una economía circular.

Con el presente trabajo se demuestra que es factible otra alternativa para la fabricación de ventilas de aire acondicionado con propiedades comparables, pero de ABS reciclado. Mediante la aplicación de *SolidWork* se recreará la pieza en 3D, para posteriormente realizar la impresión a escala 1:1. Se comparará la degradabilidad de este material con otra de material virgen, mediante condiciones de intemperismo en cámara de envejecimiento acelerado, controlando parámetros de temperatura, humedad y radiación UV.

METODOLOGÍA

Diseño

Se realizó el diseño de la pieza en *SolidWork* 2021 partiendo de planos de una ventila de aire acondicionado vistos en el manual del propietario de la camioneta Chevrolet tornado 2012. Se trabajó con una escala 1:1, reconstruyendo la ventila en tres partes para lograr un ensamble que permitiera movimientos y este elemento pudiera ser funcional.

Manufactura Aditiva

Se realizarán dos impresiones de la pieza automotriz, una pieza con material virgen y una pieza con material reciclado de un solo uso. La impresora empleada fue una *CREATOR PRO*. Los parámetros temperatura de trabajo para ambos casos fueron 250 a 270 °C, y de 90 a 105 °C para la base.

Para la pieza de material virgen se utilizó un filamento de ABS de la marca Polymaker y diámetro de 1.75 mm.

Filamento de ABS reciclado

Se realizó la molienda de una pieza de ABS virgen, hasta alcanzar un tamaño de partícula homogéneo de aproximadamente de 3 a 5 mm. Para la extrusión se utilizó un extrusor de marca *Filabot*, con una boquilla a una temperatura superior a la temperatura de fusión del material (210°C aproximadamente),

controlando en la extensión el diámetro de filamento entre 1.4 a 1.7 mm.

Pruebas de envejecimiento acelerado

Para la evaluación de la degradación de las piezas se usará una cámara de interperismo acelerado de la marca *Q-Lab*, modelo QUV, bajo los parámetros de la norma ISO 4849-2 del año 2006, ciclo 1. En la figura se muestra la tabla de ciclos de la norma.

Method A — Exposures using daylight filters (artificial weathering)

Cycle No.	Exposure period	Irradiance [a] Broadband (300 nm to 400 nm) W/m²	Irradiance [a] Narrowband (340 nm) W/(m²·nm)	Black-standard temperature °C	Chamber temperature °C	Relative humidity %
1	102 min dry	60 ± 2	0,51 ± 0,02	65 ± 3	38 ± 3	50 ± 10 [b]
	18 min water spray	60 ± 2	0,51 ± 0,02	—	—	—
2	102 min dry	60 ± 2	0,51 ± 0,02	65 ± 3	Not controlled	Not controlled
	18 min water spray	60 ± 2	0,51 ± 0,02	—	—	—
3	102 min dry	60 ± 2	0,51 ± 0,02	100 ± 3	65 ± 3	20 ± 10
	18 min water spray	60 ± 2	0,51 ± 0,02	—	—	—
4	102 min dry	60 ± 2	0,51 ± 0,02	100 ± 3	Not controlled	Not controlled
	18 min water spray	60 ± 2	0,51 ± 0,02	—	—	—

Method B — Exposures using window glass filters

Cycle No.	Exposure period	Irradiance [a] Broadband (300 nm to 400 nm) W/m²	Irradiance [a] Narrowband (420 nm) W/(m²·nm)	Black-standard temperature °C	Chamber temperature °C	Relative humidity %
5	Continuously dry	50 ± 2	1,10 ± 0,02	65 ± 3	38 ± 3	50 ± 10 [b]
6	Continuously dry	50 ± 2	1,10 ± 0,02	65 ± 3	Not controlled	Not controlled
7	Continuously dry	50 ± 2	1,10 ± 0,02	100 ± 3	65 ± 3	20 ± 10
8	Continuously dry	50 ± 2	1,10 ± 0,02	100 ± 3	Not controlled	Not controlled

NOTE The ± tolerances given for irradiance, black-standard temperature and relative humidity are the allowable fluctuations of the parameter concerned about the given value under equilibrium conditions. This does not mean that the value can vary by plus/minus the amount indicated from the given value.

[a] The irradiance values given are those that have historically been used. In apparatus capable of producing higher irradiances, the actual irradiance may be significantly higher than the stated values, e.g. up to 180 W/m² (300 nm to 400 nm) for xenon-arc lamps with daylight filters or 162 W/m² (300 nm to 400 nm) for xenon-arc lamps with window glass filters.

[b] For materials sensitive to humidity, the use of (65 ± 10) % RH is recommended.

Figura 1. Tabla de ciclos ISO 4898-2-2006

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Diseño

Se diseñó el cuerpo principal de la ventila y las dos puertas por separado. En las figuras 1 se muestran las secciones diseñadas para el ensamble de la ventila, constituidos por un cuerpo principal y dos puertas.

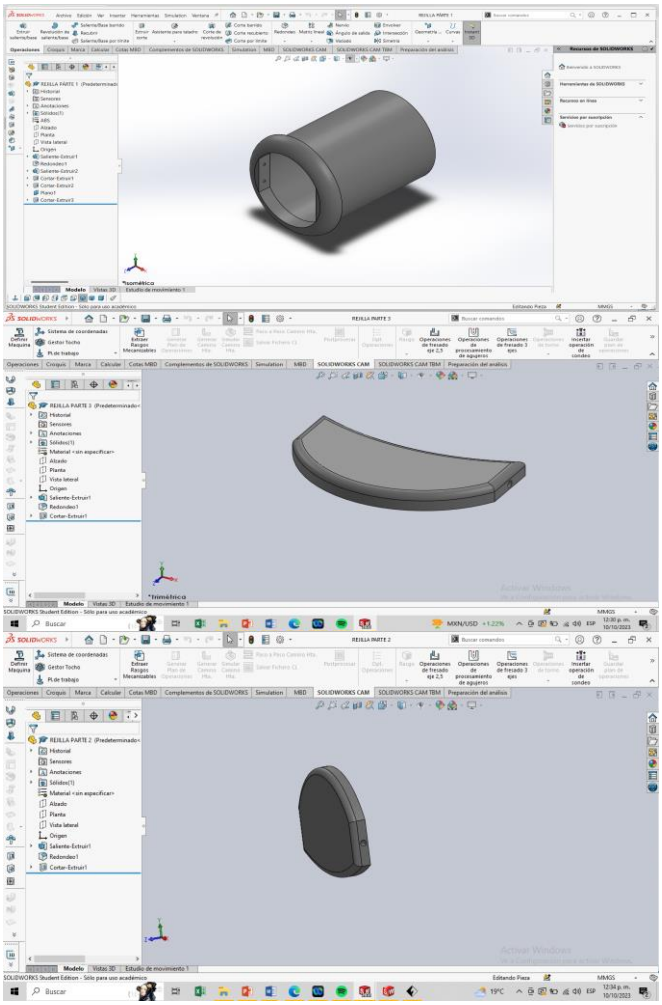


Figura 2. Diseño del ensamble de la ventila.

Impresión 3D

La impresión se llevo un tiempo de 4 horas 49 minutos para el cuerpo principal y un total de 21.6 metros de filamento. Por otro lado cada una de las puertas se imprimió en 19 minutos usando 1.6 metros de filamento. En la figura 3 se muestra la parte principal modelada antes de ser impresa.

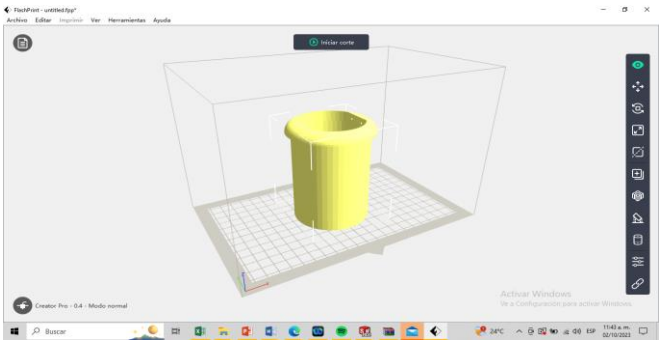


Figura 3. Pieza modelada antes de imprimirla



Figura 4. Pieza de ABS virgen en proceso de impresión.

Con un total de 5 hora y 30 minutos de impresión y 24.8 de filamento total, se obtuvieron las tres piezas sin defectos de relleno. En la figura 5 se muestra el resultado de la impresión 3D para el material virgen.

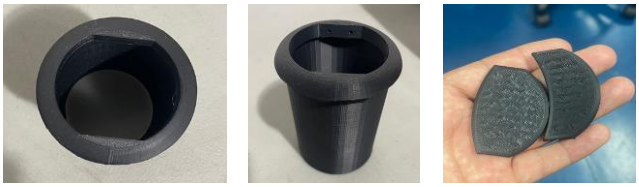


Figura 5. Piezas finales de material virgen.

Queda por presentar los resultados de la impresión del ensamble de material reciclado y los resultados de las pruebas de intemperismo.

CONCLUSIONES.

Se realizó innovación en el diseño produciendo un ensamble funcional compuesto por un cuerpo principal y dos puertas.

Se logró implementar este diseño para la impresión de ventilas en ABS virgen.

Se propone una solución para la creación de refacciones poliméricas, con potencial para crear piezas únicas, desde las más sencillas hasta las más complejas, utilizando la impresión 3D.

Queda aún pendiente demostrar que la impresión de material reciclado es posible y que sus propiedades son comparables, como para que esta sea una alternativa para abastecer necesidades especiales como el que las refacciones poliméricas deban sustituirse con frecuencia o bien que por cualquier razón estas ya no existan en la venta directa.

REFERENCIAS.

1. Antonio, L. C. E. (2019, 1 marzo). Alternativa para la construcción de autopartes vehicular por medio de la ingeniería inversa e impresión 3D. Caso de estudio tapa de distribución inferior del Chevrolet Spark *2015*. http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3303
2. Edilberto, L. C. (2017, 1 agosto). Evaluación de las tecnologías de impresión 3D, modelado de fusión por deposición UPDM) y tecnología *polyjet*, aplicada a la fabricación de conductos de aire de la camioneta Toyota Stout 2200. https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2628
3. Pérez, E. T. (2020, 29 noviembre). Implementación de laboratorio de ingeniería inversa para la manufactura de piezas mecánicas. Tamayo Pérez | Pistas Educativas. https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2274/1823
4. De Armentia Hernández Sara, L. (2022). Reciclado por extrusión de materiales para impresión 3D. http://hdl.handle.net/11531/61750
5. López Estrada, o. A., & Mantilla Quinto, (2022). Pavimento asfáltico en caliente usando plástico de polipropileno y policarbonato. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Pag. 2. http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5243/1/T-ULVR-4236.pdf
6. Manual del Chevrolet Tornado (2012) - Opinautos. (s. f.). https://www.opinautos.com/mx/chevrolet/tornado/info/manuales/2012.

Jethete M152, su comportamiento bajo condiciones de calentamiento extremo

J. A. Pineda-Villanueva*, M. B. Ortuño-López**.

Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro.

Correspondencia:
* monica.ol@queretaro.tecnm.mx
* l18140988@queretaro.tecnm.mx

Resumen

La industria aeronáutica ha evolucionado de manera vertiginosa, las aeronaves de hoy en día son un método de transporte cada vez más seguro y eficiente. Algunos trayectos pueden durar decenas de horas, por ello, la selección de materiales de un avión es un factor crítico para su construcción; la industria establece bajas tolerancias en las propiedades mecánicas, debido a que las fallas en los materiales suelen tener consecuencias catastróficas. Jethete M152 es un acero de la industria aeronáutica que, por sus propiedades mecánicas destacadas, es empleado en diversos componentes de un avión. En este trabajo se establecieron tratamientos térmicos del material *Jethete* M152, de 40 horas por encima de su temperatura de uso (650°C), se determinó la dureza y las propiedades microestructurales. Con estos datos se construyó una curva de pérdida de la dureza con el tiempo de tratamiento, que permitirá predecir el comportamiento del material en tiempos prolongados y condiciones térmicas extremas.

Abstract

The aeronautical industry has evolved vertiginously, and today's aircraft are becoming increasingly safe and efficient means of transportation. Some journeys can last for dozens of hours, so the selection of materials for an airplane is a critical factor in its construction. The industry establishes low tolerances in mechanical properties because material failures often have catastrophic consequences. Jethete M152 is an aeronautical industry steel that, due to its outstanding mechanical properties, is used in various components of an airplane. In this work, heat treatments of the Jethete M152 material were established, 40 hours above its use temperature (650°C), and its hardness and microstructural properties were determined. With this data, a curve of hardness loss with treatment time was constructed, which will allow predicting the behavior of the material in prolonged times and extreme thermal conditions.

Palabras clave

Jethete M152/Recocido subcrítico/Dureza/Microestructura

Keywords

Jethete M152/Subcritical Annealing/Hardness/microstructure

Introducción

El material *Jethete* M152, con una composición nominal especificada en la tabla 1, es un acero martensítico con un amplio espectro de aplicaciones, como engranes, valeros y trenes de aterrizaje de las aeronaves; aunque también puede estar presente en anillos de turbina, componentes de tapas de compresión, bridas. Este material presenta una alta resistencia a la fatiga, a las tensiones estáticas, rotacionales y de dobleces, además de que presenta una dureza elevada y una resistencia moderada a la corrosión (Alvarado Meza, 2010). Sin embargo, su utilización en componentes sometidos a condiciones por encima de su temperatura de uso (427°C) (Norma AMS 5719), puede ocasionar que las propiedades mencionadas decaigan, lo que podrá provocar fallos mecánicos.

El recocido subcrítico a 700°C produce la reducción de la resistencia y dureza del material, sin afectar significativamente su comportamiento de

endurecimiento por trabajo y elongación uniforme (Pérez, 2017). Se ha determinado que la velocidad de enfriamiento desde altas temperaturas puede afectar la dureza del *Jethete M152* y que una mayor velocidad de enfriamiento resulta en una mayor dureza del material (Alvarado Meza, 2010). Por otro lado, en comparación con otros materiales como 17-4PH y/o L0H12N4M, su resistencia a la corrosión es menor (Risberg, 2014).

Se debe tener en cuenta que la microestructura obtenida por el proceso de fabricación del *Jethete* M152, el cual es convencionalmente por forjado rotativo en frío, no está ampliamente documentada. Tampoco se conocen con precisión los efectos que un uso en condiciones térmicas superiores a las de su temperatura de uso, podrían tener sobre las propiedades estructurales producidas desde el forjado (Pérez, 2018b).

El objetivo general del proyecto es evaluar el efecto del calentamiento por encima de la temperatura de uso del material *Jethete* M152 en la dureza y la microestructura, para predecir el comportamiento del material cuando se encuentre en uso bajo condiciones térmicas extremas. Lo cual será útil para prevenir fallos mecánicos, utilizar el material en componentes idóneos, con base en la predicción de sus propiedades en condiciones específicas de temperatura y tiempo.

C	Cr	Ni	Mo	Mn	V	Si	N	P	S	Fe
0.12	11.40	2.72	1.64	0.58	0.31	0.23	0.024	0.023	0.005	Rem.

Tabla 1: Composición nominal del *Jethete* M152.
Fuente: Alvarado Meza, 2010.

Metodología

ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Se utilizaron los servicios de la empresa SEMEDI para segmentar 20 piezas de 4 cm de largo de una barra de *Jethete* M152 de 157 cm empleando el método de corte por hilo, esto para evitar que la pieza se calentara y sufriera un cambio microestructural ocasionado por este proceso.

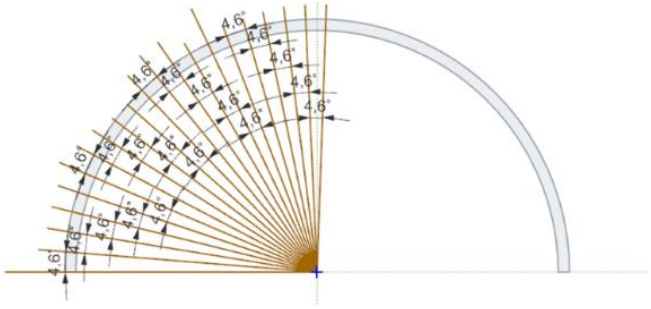


Imagen 1: Ilustración de los cortes de los segmentos.
Fuente: Propia.

Se marcaron los segmentos del 1 al 20 debido a que cada pieza tuvo un tiempo específico dentro de la mufla.



Imagen 2: Marcaje de los segmentos.
Fuente: Propia.

TRATAMIENTO TÉRMICO

Para el tratamiento térmico de los segmentos, se utilizó una mufla con un voltaje de 200 V A.C, potencia de 3000 W, frecuencia 60Hz, temperatura máxima de uso de 1100°C, número de serie 1305017 y modelo FE-361 del Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, para el tratamiento térmico.



Imagen 3: Mufla con un voltaje de 200 V A.C, potencia de 3000 W, frecuencia 60Hz, temperatura máxima de uso de 1100°C, número de serie 1305017 y modelo FE-361.
Fuente: Propia.

El tiempo de tratamiento térmico máximo realizado a los segmentos fue por 40 h a 650°C, retirando piezas en intervalos de tiempo de 2 h (Tabla 2). Sin embargo, cada apertura de la mufla ocasionaba una baja en su temperatura, por lo que se dio un tiempo de 1 hora para que la temperatura regresara a 650°C y continuara el tratamiento en las condiciones establecidas. Esto resultó en 52 horas totales de tratamiento térmico empezando el día 1 a las 10:00 am y terminando el día 3 a las 2:00 pm.

Número de segmento	Tiempo de tratamiento (h)
[redacted]	[redacted]
5	10
[redacted]	[redacted]
10	20
[redacted]	[redacted]
15	30
[redacted]	[redacted]
20	40

Tabla 2: Horas en tratamiento de cada segmento (se restringieron datos por confidencialidad de la empresa aeronáutica).
Fuente: Propia.



Imagen 4: Ilustración referencial de la organización de los segmentos dentro de la mufla.
Fuente: Propia

Para evitar posibles confusiones se hizo una esquematización del orden de los segmentos dentro de la mufla según las figuras 1, 2 y 3, para que su extracción fuera ágil.

10:00AM			
20	19	13	12
11	10	9	4
1	2	3	

12:00PM			
20	19	13	12
11	10	9	4
2	3	17	18

3:00PM			
20	19	13	2
11	10	9	4
3	17	18	8

6:00PM			
20	19	13	2
11	10	9	4
17	18	8	6
7	15	16	

9:00PM			
20	19	13	12
11	10	9	16
17	18	8	6
7	15	5	4

Figura 1: Acomodo de las piezas para el día uno en las respectivas horas en las que se abrirá la mufla.
Fuente: Propia.

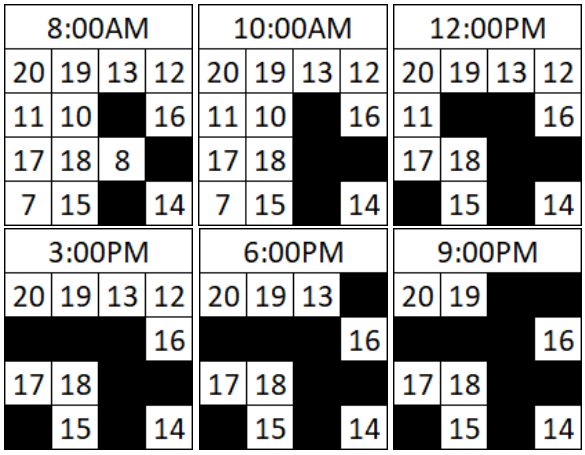


Figura 2: Acomodo de las piezas para el día dos en las respectivas horas en las que se abrirá la mufla.
Fuente: Propia.

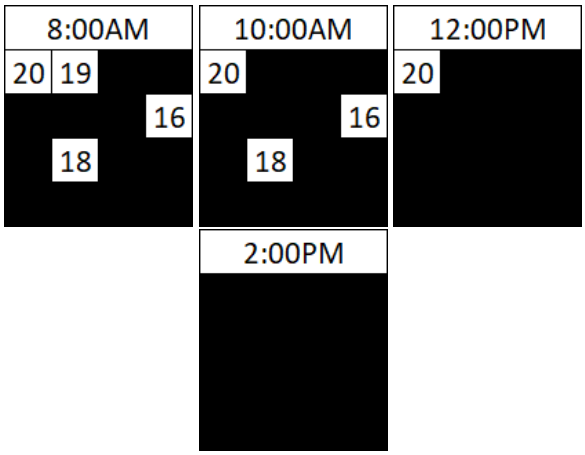


Figura 3: Acomodo de las piezas para el día tres en las respectivas horas en las que se abrirá la mufla.
Fuente: Propia.

En las tablas 3, 4 y 5 se muestra la hora de ingreso y egreso de cada segmento en la mufla.

Hora	Segmento que entra a la mufla	Segmento que sale de la mufla
10:00am	1,2,3,4,9,10,11,12,13,19 y 20	X
12:00pm	17 y 18	1
3:00pm	8	2
6:00pm	6,7,15 y 16	3
9:00pm	5 y 4	4

Tabla 3: Orden en el que se ingresaron y retiraron los segmentos de la mufla el día uno.
Fuente: Propia.

Hora	Segmento que entra a la mufla	Segmento que sale de la mufla
8:00am	X	5,6,9
10:00am	X	8
12:00pm	X	7,10
3:00pm	X	11
6:00pm	X	12
9:00pm	X	13

Tabla 4: Orden en el que se ingresaron y retiraron los segmentos de la mufla el día dos.
Fuente: Propia.

Hora	Segmento que entra al horno	Segmento que sale del horno
8:00am	X	14,15 y 17
10:00am	X	19
12:00pm	X	16 y 18
2:00pm	X	20

Tabla 5: Orden en el que se ingresaron y retiraron los segmentos de la mufla el día tres.
Fuente: Propia.

Todo el material y equipo utilizado ajeno a la mufla fue proporcionada por una empresa aeronáutica. Se utilizaron dos pulidoras metalográficas (imagen 5 y 6) para pulir las piezas y así reducir la interferencia al momento de realizar la medición de la dureza. No fue necesario dejarlas en acabado espejo (imagen 7).



Imagen 5: Pulidora ECOMET 6
Fuente: Propia.



Imagen 6: Pulidora SAPHIR 250 A1-ECO.
Fuente: Propia.



Imagen 7: Segmento pulido.
Fuente: Propia.

ENSAYO DE DUREZA

Se realizaron los ensayos de dureza en el durómetro ilustrados en la imagen 8 teniendo como base la norma ASTM E18.



Imagen 8: Durómetro portátil.
Fuente: Propia.

Se hicieron 4 identaciones por segmento, hasta un total de 84; debido a que también se le realizó el ensayo a la prueba 0 o base, que es la pieza sin ningún tipo de tratamiento térmico. Se anotaron las lecturas y se determinó la media utilizando la formula $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3+\cdots+x_n}{N}$ en dónde; $\bar{x}$ es la media; x_n es la dureza obtenida en cada identación y N es el número de identaciones realizadas por pieza.

Después de la medición de dureza se hizo la preparación y caracterización metalográfica utilizando la norma "*Metallographic Specimens Preparation: ASTM E3*" para la preparación de la muestra; para ver la formación martensítica en la estructura de los segmentos 1, 10 y 20. Se hizo la selección de estos segmentos porque sería la estructura inicial, medial y final, y podemos hacer una comparativa de la evolución microestructural sin necesidad de hacer la metalografía de los 20 segmentos.

METALOGRAFÍA

Se utilizaron dos cortadoras (imagen 9) para poder seccionar partes más reducidas de los segmentos y hacer la metalografía.



Imagen 9: Cortadoras utilizadas.
Fuente: Propia.

Para quitar las rebabas y los filos de las muestras cortadas, se pulen en una lijadora de bandas (imagen 10).



Imagen 10: Lijadora de bandas.
Fuente: Propia.

Se lavan los cortes realizados con agua y jabón y se someten por 5 minutos a ultrasonido (Imagen 11). El ultrasonido contiene una solución de jabón concentrado (Imagen 12) específico para su utilización en limpiezas metalográficas.



Imagen 11: Ultrasonido.
Fuente: Propia.



Imagen 12: Líquido utilizado en ultrasonido.
Fuente: Propia.

Con guantes se retiran los segmentos del ultrasonido, se enjuagan y se dejan sumergidos en alcohol entre 5 a 10min. Las piezas se meten a un horno (imagen 13) a 80°C por 5 minutos con la finalidad de secarlas.



Imagen 13: Horno.
Fuente: Propia.

Las piezas se extraen del horno y se colocan en las montadoras (imagen 14). En este caso se utilizaron dos montadoras diferentes para acelerar el proceso. En una montadora se colocaron dos segmentos con unos separadores y se colocó un antiadherente especial (imagen 15) en los separadores para que la probeta no se pegara.



Imagen 14: Montadoras.
Fuente: Propia.

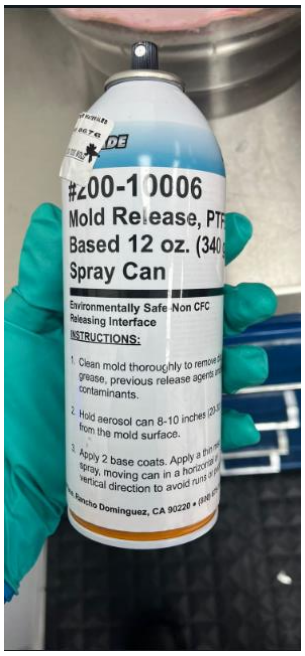


Imagen 15: Antiadherente.
Fuente: Propia.

Se retiraron las probetas de las montadoras y se utilizó nuevamente la lijadora de bandas (imagen 10) para retirar los filos de las probetas.

Se utilizó una pulidora automática (imagen 5) con lijas 180, 240, 320, 400, 600 y 800, posterior a esto se utilizó un paño de nylon con una suspensión de *Polycrystalline Diamond* de 3µm y consiguiente una de 1µm. Ambas de la marca *"SilverBullet"*.

Se utilizó un paño con una suspensión de *Colloidal Silica and Alumina* de 0.05µm de la marca *"SilverBullet"* para llegar a acabado espejo en las probetas. Se enjuagan las probetas con agua y alcohol, se secan con un paño y se realiza el ataque químico.

Se utilizó un microscopio metalográfico (imagen 16) y el *software ZEN core* para el análisis microestructural.

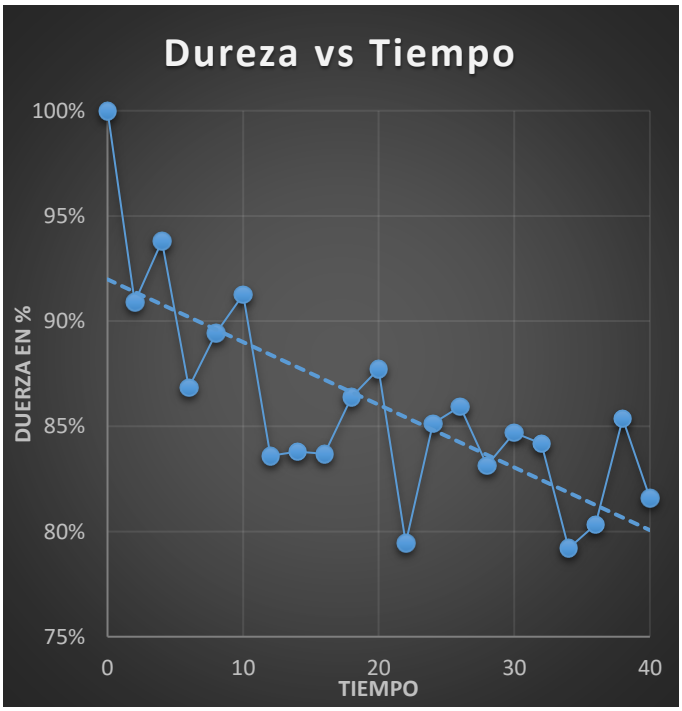


Imagen 16: Microscopio metalográfico.
Fuente: Propia.

Se realizaron 3 imágenes con tomas aleatorias en cada segmento, con la finalidad de poder observar la martensita templada existente en cada segmento. Con ayuda del *software* se hizo una selección y conteo de la martensita presente en las imágenes microestructurales.

Resultados y Discusión

Con los datos obtenidos de la dureza, se determina la media y se grafica la dureza vs el tiempo (gráfica 1). Podemos observar que hay una tendencia a disminuir su dureza.



Grafica 1: Dureza vs Tiempo.
Fuente: Propia.

Hablando en porcentaje se encontró que entre el segmento cero y el segmento veinte hubo una pérdida de dureza del 18.33%.

Utilizando la pérdida de dureza entre el primer segmento cero y el segmento con más baja dureza (segmento treinta y cuatro), se tuvo una baja del 20.77%

Se obtuvieron diferentes microestructuras (imagen 17, 18 y 19) en cada uno de los segmentos esto debido a los tratamientos térmicos realizados.

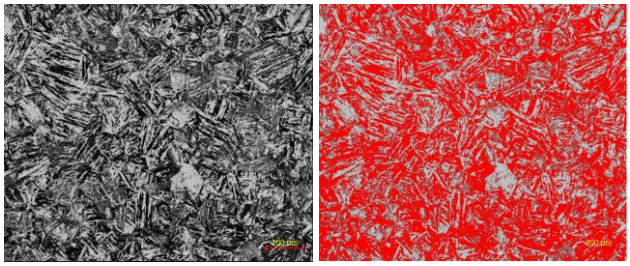


Imagen 17: Análisis microestructural del segmento 2.
Fuente: Propia.

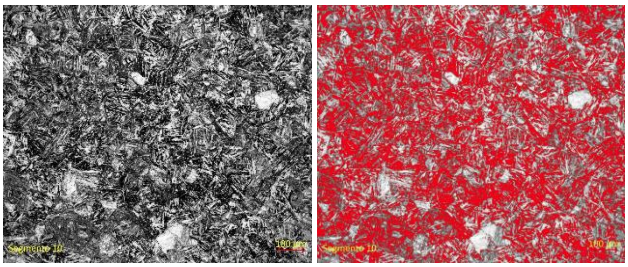


Imagen 18: Análisis microestructural del segmento 10.
Fuente: Propia.

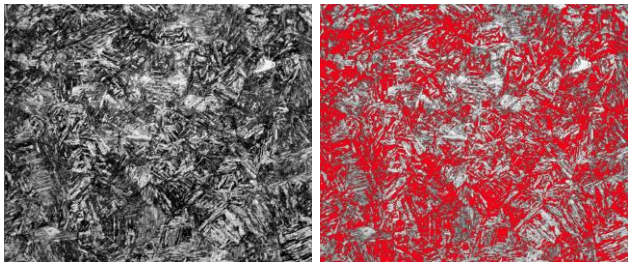
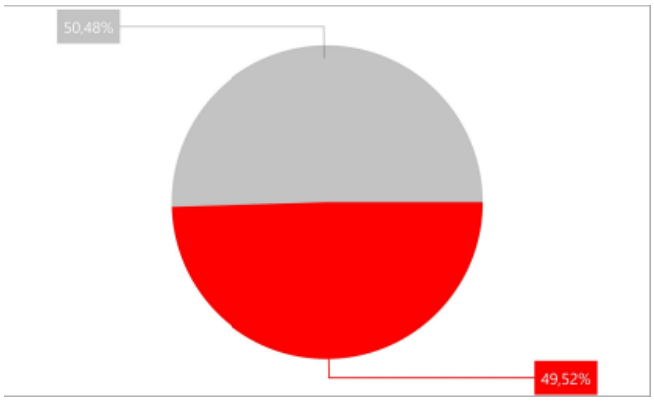


Imagen 19: Análisis microestructural del segmento 20.
Fuente: Propia.

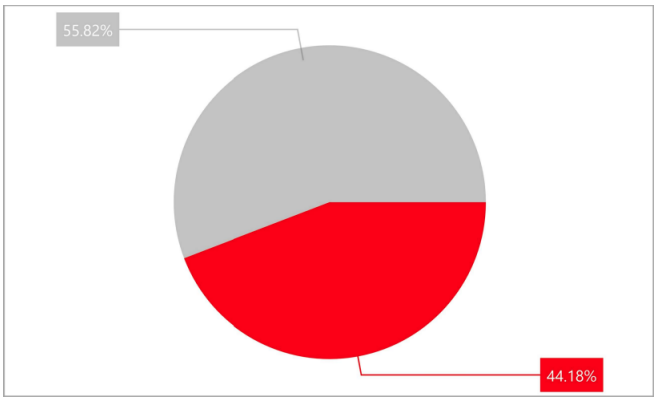
Se tomaron 3 imágenes microestructurales aleatorias de cada segmento, se contabilizó la martensita utilizando el *software ZEN core* de cada imagen y se calculó la media.

Como podemos observar en las microestructuras su evolución es congruente con la gráfica de la dureza (gráfica 1) debido a que el segmento 1 (2h de TT) presenta un mayor porcentaje de martensita templada, teniendo un 49.52% de martensita templada en la estructura (gráfica 2).



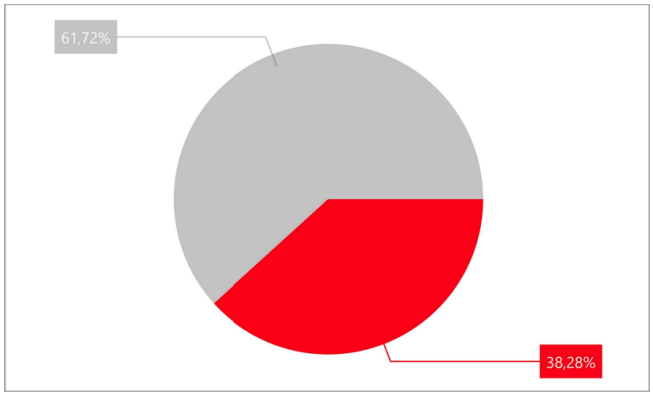
Gráfica 2: Porcentaje de martensita templada en el segmento 1.
Fuente: Propia

El porcentaje de martensita templada obtenida en el segmento 10 fue del 44.18% (gráfica 3).



Gráfica 3: Porcentaje de martensita en el segmento 10.
Fuente: Propia.

El porcentaje de martensita templada obtenida en el segmento 20 fue del 38.28% (gráfica 4).



Gráfica 4: Porcentaje de martensita templada en el segmento 20. Fuente: Propia.

La reducción de martensita templada que hubo entre el segmento 1 y el segmento 10 (gráfica 2 y 3) fue del 5.34%, entre el segmento 10 y el segmento 20 (gráfica 3 y 4) fue del 5.9% y entre el segmento 1 y el segmento 20 (gráfica 2 y 4) fue del 11.24%.

Al analizar la martensita templada que tuvo el material entre el segmento 1 y el segmento 20 (gráfica 2 y 4), y comparándolo con la pérdida que tuvo entre el segmento 1 y 10 (gráfica 2 y 3) y el segmento 10 y 20 (gráfica 3 y 4) nos percatamos que sí está teniendo una pérdida, pero no de manera lineal, lo que es congruente con la gráfica de la dureza que tampoco es lineal, aunque si hay una disminución en ella.

Conclusiones

Se logró evaluar el efecto del calentamiento por encima de su temperatura de uso del material *Jethete* M152 en la dureza.

Se logró determinar una curva de dureza contra tiempo de hasta 40 horas para el tratamiento térmico de 650°C del *Jethete M152*, que tiene un valor teórico para la toma de decisiones en la selección de materiales para la industria aeronáutica.

Se encontró que el material disminuye su dureza con el tiempo de tratamiento térmico de 650°C. Por lo que podemos tener predicciones en el deterioro de las propiedades mecánicas del material cuando está en uso en tales condiciones extremas, dependiendo del tiempo en el que estará sometido el material, aprobando o no su utilización en componentes específicos.

El análisis microestructural reveló que la pérdida de la martensita templada aumenta con el tiempo de exposición, pero su decremento no es lineal. Lo que concuerda con los datos de dureza.

El análisis de los resultados microestructurales del porciento de martensita templada y la dureza, indica que sus pérdidas en el tiempo no son lineales. Con las condiciones experimentales dadas en este proyecto, no se alcanzó la dureza mínima por lo cual, queda como perspectiva de este trabajo, realizar tratamientos térmicos con un mayor tiempo de exposición, esto con la finalidad de determinar las condiciones menos favorables de dureza que puede presentar el material *Jethete* M152 en estas condiciones.

Agradecimientos

Agradezco ampliamente al Tecnológico Nacional de México por el equipo proporcionado y al Departamento de Metalurgia de la empresa aeronáutica, que lo comprende el Ing. Metalúrgico Hernández Ramírez Héctor Alejandro y las Ing. Química en Materiales Aguilar Gutiérrez Janeth, Reséndiz Sánchez Ada Yeraldyn y Zavala Sosa Daniela, por toda la ayuda y el equipo brindado para poder realizar esta investigación.

Referencias bibliográficas

Pérez, M. (2017c). Impact of annealing treatments on the softening and work hardening behaviour of Jethete M152 alloy for subsequent cold forming processes. Materials Science and Engineering: A, 690, 303-312. https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.03.012

Pérez, M. (2018c). Microstructural and texture evolution of Jethete M152 flanged-test pieces during cold rotary forging. Journal of Materials Processing Technology, 252, 582-594. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2017.10.012

Risberg, M. (2014b). Development of light-weight steel castings for efficient aircraft engines - Summary report. DIVA. https://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1577167&dswid=-2409

Alvarado Meza, M. A. (2010). *Estudio de la temperatura de transformación Ms y microestructura en un acero inoxidable martensítico con 0.12% C mediante análisis térmico* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). http://eprints.uanl.mx/2037/1/1080191598.pdf

American Society for Testing and Materials. (2021). AMS 5719E: Steel, Corrosion-Resistant, Bars, Wire, and Forgings, 11.8Cr - 2.5Ni - 0.15C, Annealed, Vacuum Arc or Electroslag Remelted. https://www.sae.org/standards/content/ams5719e/

American Society for Testing and Materials. (2019). ASTM E3-19: Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens. Recuperado de https://www.astm.org/Standards/E3.htm

ASTM International. (2022). Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de https://www.astm.org/e0018-22.html

ASTM E18-22. (2022). Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials. Recuperado de https://www.astm.org/e0018-22.html

Diseño de ventanas bioclimáticas inteligentes de materiales semiconductores

Harold Sánchez Hernández, Diego Alonso Zamora Camacho, Víctor Levi Gonzalez Ajuech, Sara Castilla Rosell, Mónica Balvanera Ortuño López**

**monica.ol@queretaro.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México campus Querétaro.

Resumen

Este trabajo trata del estudio del potencial de películas delgadas de sulfuro de zinc, para el diseño de ventanas inteligentes bioclimáticas. Se sintetizaron químicamente los recubrimientos de ZnS y se diseñaron estructuras de ventanas inteligentes pasivas. Para la obtención de los datos experimentales de este estudio, se empleó un espectrofotómetro UV-Vis, y se diseñaron dos sistemas no instrumentales para la medición empírica de la mojabilidad de la superficie de contacto con el medio ambiente, y la transferencia de calor a través de la estructura de la ventana. La caracterización óptica muestra que son eficientes como filtros de radiación UV, mientras que altamente transparentes en la región visible. Las magnitudes de ángulo de contacto muestran efectos favorables del material en su mojabilidad. En la presentación del trabajo, se estarán presentando los datos de la transferencia de calor. Con todo ello será posible establecer todo el potencial que estos materiales tienen para el diseño de ventanas bioclimáticas inteligentes, respondiendo a la necesidad de desarrollar tecnologías de desarrollo sostenibles que aumentan el nivel de confort y el ahorro energético en el diseño arquitectónico.

Palabras clave: DBQ, ZnS, bioclimático, UV, infrarrojo

Abstract

This work revolves around the exploration of the potential of zinc sulfide thin films in the development of bioclimatic smart windows. The ZnS coatings were chemically synthesized, and passive smart window structures were meticulously designed. To acquire experimental data for this study, a UV-Vis spectrophotometer was employed, along with the creation of two non-instrumental systems for empirically measuring surface wettability with the surrounding environment and heat transfer through the window structure. Optical characterization reveals their efficiency as UV radiation filters, while maintaining high transparency in the visible spectrum. The contact angle measurements demonstrate favorable effects on material wettability. Furthermore, the presentation will include data on heat transfer. Collectively, this research paves the way for a comprehensive understanding of the potential these materials hold for the design of intelligent bioclimatic windows. This addresses the pressing need to develop sustainable technologies that enhance comfort levels and energy conservation in architectural design.

Key words: CBD, ZnS, bioclimatic, UV, infrared

Introducción

Se estima que cerca de una tercera parte del consumo de energía primaria en países industrializados proviene del sector inmobiliario. En el Balance Nacional de Energía se reportó que en México el consumo residencial, comercial y público fue del 17.42% del total de la energía consumida del país (Secretaría de Energía, 2021).

La arquitectura bioclimática está enmarcada por un concepto ecológico cuyos principios van dirigidos fundamentalmente al confort higrotérmico de los usuarios de viviendas y edificios en general, “a incidir en la reducción de la demanda energética

convencional y al aprovechamiento de fuentes energéticas alternativas," (Garzón, 2007).

En consecuencia, el campo del diseño bioclimático es la planeación, gestión y construcción/adaptación de productos arquitectónicos orientados a la creación de espacios energéticamente eficientes, sin la incorporación de sistemas mecánicos convencionales, pero sí de técnicas avanzadas en el confort y ahorro energético. La arquitectura bioclimática tiene en cuenta el costo global en todo el proceso de construcción desde cómo se construyen los materiales, su transporte y su impacto ambiental al término de su vida útil. (Garzón, 2007)

En la búsqueda constante de soluciones innovadoras para abordar los desafíos relacionados con la eficiencia energética y la sostenibilidad, la tecnología de ventanas inteligentes bioclimáticas se ha destacado como una estrategia que apoya el diseño bioclimático.

Una ventana inteligente se compone de vidrio y otros materiales avanzados que pueden incorporarse encapsulado o como un recubrimiento. Este material posee la cualidad de responder ante la luz, el calor y la humedad, entre otros agentes, de manera favorable para obtener mejoras energéticas, estéticas y de confort; que responden a las necesidades del diseño arquitectónico sustentable.

Por otro lado, la protección contra la radiación ultravioleta es esencial tanto para la salud humana como para la conservación de la integridad física de los materiales en los interiores. Por tanto, el diseño de ventanas inteligentes incluye la selección y modificación de materiales que por sus propiedades resultan prometedores en el control de la mojabilidad, de la entrada de luz y de la transferencia del calor solar; lo que puede conducir a un mayor protección, confort térmico y ahorro de energía en las edificaciones.

Las ventanas inteligentes pueden ser activas o pasivas, las primeras requieren de conexiones a la corriente eléctrica para que el usuario pueda activar su propiedad electrocrómica cuando éste así lo requiera (Piccolo & Simone, 2015).

Por su parte las ventanas inteligentes pasivas están diseñadas de películas de materiales semiconductores que pueden tener propiedades fotocatalíticas, termocrómicas y autolimpiantes (Kusmierek, 2020; Liang et al., 2017; Saif et al., 2013). Caballero Güereca, 2023, reporta el análisis del ciclo de vida de tecnologías de películas delgadas de los óxidos semicondutores SiO_2, ZnO, TiO_2, VO_2, y multicapas, utilizados en el diseño de ventanas inteligentes autolimpiantes hidrofóbicas.

Las tecnologías convencionales de ventanas inteligentes son sofisticadas y por tanto poco accesibles para la mayoría de las personas. Sin embargo, el uso de metodologías sencillas y eficientes, y la implementación de materiales abundantes en la naturaleza, puede disminuir el costo de su manufactura, haciéndolas más cercanas para los niveles socioeconómicos medio o bajos, con ello propiciar su uso más generalizado con bajos impactos ambientales y económicos.

Películas delgadas de ZnS, CdS y PbS sintetizadas por la técnica de depósito en baño químico (DBQ), una tecnología sencilla de crecimiento en solución, han demostrado propiedades ópticas interesantes. Jiménez-Flores et al., 2021, Ordaz Fernández et al., 2018 y Serrano-Romero et al., 2021, estudiaron sus propiedades como filtros de radiación del ultravioleta e infrarroja cercanos.

La luz de la región UV de espectro electromagnético interactúa con la materia produciendo intercambios energéticos asociados a procesos de ionización y de formación de radicales libres que aceleran los procesos de oxidación y la degradación de los materiales; mientras que la interacción de la materia con la energía de la luz del IR produce cambios en la frecuencia de las vibraciones de enlace, asociadas al calentamiento de los objetos materiales.

La radiación solar, tanto directa como difusa, incidente en la superficie de la ventana se transforma

en energía calórica que entraría al local por conducción. Si la ventana está construida por un solo material, se podría conocer el comportamiento de la temperatura al atravesar la misma aplicando la Ecuación de Fourier para la conducción en placas planas. Si la ventana está construida con diferentes materiales puede conocerse el comportamiento de la temperatura, así como la cantidad de calor que atraviesa la misma, aplicando las leyes de transferencia de calor por conducción para placas compuestas.

En este trabajo se sintetizaron y caracterizaron películas semiconductoras de ZnS mediante la técnica DBQ. La caracterización se centra en el análisis de sus propiedades ópticas por espectroscopía UV-Vis y su potencial para servir como filtros de radiación. También se estudiará su mojabilidad, mediante la medición del ángulo de contacto, así mismo su capacidad para servir como barrera que retarda la transferencia de calor, basados en el modelo de placas planas compuestas de la Ley de Fourier. Con todo ello será posible evaluar el potencial de estos materiales para ser consideradas en el diseño de ventanas bioclimáticas inteligentes para una arquitectura sostenible.

Metodología

Síntesis de películas de ZnS en DBQ

Se obtuvieron las películas semiconductoras de ZnS a través del método de baño químico (DBQ) a 90°C, utilizando dos formulaciones que varían en la concentración de la fuente de iones azufre. Autores han relacionado este factor con la mejora de los espesores de estos recubrimientos (Serrano-Romero et. al, 2021). En la tabla 1 se muestra el detalle de los componentes de las formulaciones empleadas para la síntesis de los materiales de las ventanas.

Tabla 1. Detalle de las formulaciones empleadas para la síntesis de los recubrimientos de ZnS.

Reactivo	Fórmula A Volumen (ml)	Fórmula B Volumen (ml)
ZnS 0.1 M (sulfuro de zinc)	10	10
C6H5O7Na3 0.5M (citrato de sodio)	10	10
KOH 0.5 M (hidróxido de potasio)	2	2
Buffer de Boratos pH 10	10	10
SC(NH2)2 (Tiourea)	15 (0.3 M)	15 (0.5M)
c.b.p 100 ml H2O deionizada		

Caracterización Óptica

Se obtuvieron los espectros de transmisión y absorción de las películas de ZnS, utilizando un espectrofotómetro UV-VIS Hach DR 6000 en un rango de longitudes de onda de 200 a los 800 nm, que corresponde al visible y parte del ultravioleta.

Mojabilidad

Para la el análisis de la propiedad superficial de mojabilidad, se creó un sistema de medición de ángulo de contacto compuesto por un jeringa para insulina de 0.5 ml ubicada verticalmente a 5 mm de distancia de la superficie de recubrimiento, una cámara de 12 MP, un comparador óptico y goniómetro.

Para la medición, se depositó una gota 0.05 ml de agua a temperatura ambiente, luego se capturó una imagen frontal con la cámara ubicada a una distancia de 10 cm, con la normal de la superficie del recubrimiento. Así mismo, utilizó una escala métrica de referencia y una imagen en planta, tomada a 10 cm de la superficie, para garantizar la proporción en cada medición. Después la imagen se imprimió en un acetato que fue proyectado en un comparador óptico. Finalmente se procedió a tomar la lectura de la

magnitud del ángulo de la tangente de la gota con la superficie del recubrimiento, empleando un goniómetro marca *Mitutoyo* con una precisión de 5 minutos.

Transferencia de calor

El estudio de la capacidad de las ventanas inteligentes para servir como barrera que retarda la transferencia de calor se realizará mediante un sistema de medición de temperatura, en la ventana frontal de una maqueta de prueba de una vivienda de interés social, construida a una escala 1:20. En la figura 1 se muestra el diseño en *Solid Works* de dicha estructura.

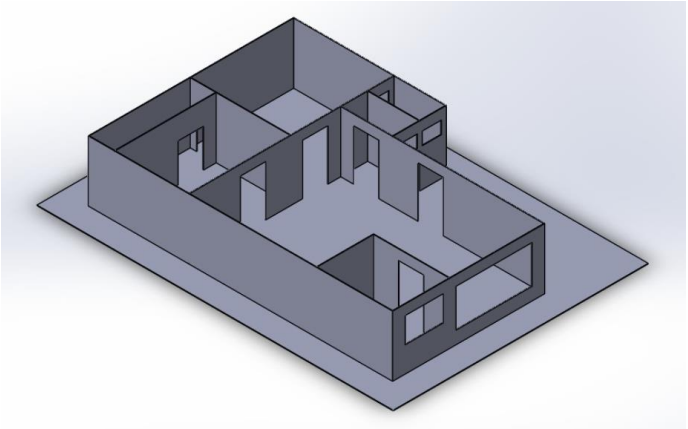


Figura 1. Maqueta de prueba de vivienda, escala 1:20
Fuente: Elaboración propia

El diseño de la estructura de la ventana seguirá un modelo de placas planas: placa película ZnS / placa vidrio 3 mm / placa película ZnS / placa vidrio 3mm, en la figura la figura 2 se ilustra la estructura descrita.



Figura 2. Corte transversal de la ventana inteligente de ZnS
Fuente: Elaboración propia

La medición de los datos experimentales de temperatura se realizará luego de una exposición al sol de la maqueta de prueba, por un tiempo de 1h entre las 12:00 y 15:00 horas.

En un lapso de 10 min se tomarán 10 lecturas de temperatura empleando un pirómetro. El láser del pirómetro se colocará de forma perpendicular a la superficie de la ventana inteligente y a una distancia de 0.25 m. La lectura se tomará tanto en la parte externa como en la interna de la superficie de la ventana.

Como referencia base de la medición, se realizará el mismo procedimiento para una ventana de vidrio convencional, esto con el fin de establecer comparaciones que permitan caracterizar el recubrimiento de estudio.

Resultados

Caracterización Óptica

En la figura 3 se muestran los espectros de porcentaje de transmitancia de los vidrios con recubrimiento de ZnS. Se puede apreciar que estas películas de ZnS se comportan ópticamente de forma similar al vidrio, con una alta transmisión en la región del espectro visible. Esta característica es favorable para una ventana por que dejara pasar la luz del sol que nos permite ver.

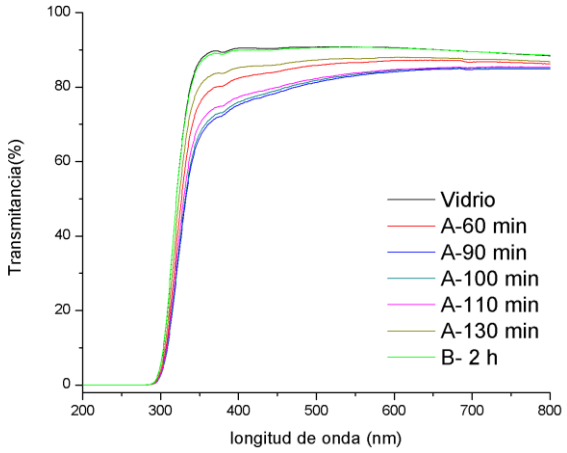


Figura 3. Espectros de transmitancia de las películas de ZnS con diferentes tiempos de depósito y dos formulaciones distintas (A y B) Fuente: Elaboración propia.

Por debajo de los 350 nm, que corresponde ya al inicio de la región ultravioleta, se observa que la transmisión de luz cae abruptamente. En el espectro de absorción de la figura 4, se comprueba que los materiales absorben intensamente dicha región, lo que es favorable para la protección contra la fotodegradación de la materia orgánica que se encuentre al interior de la ventana.

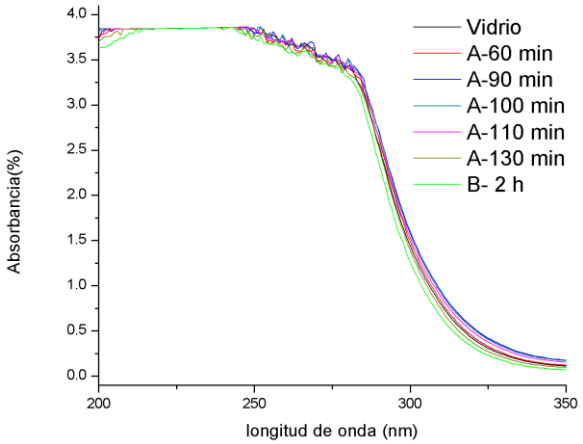


Figura 4. Espectros de absorbancia de las películas de ZnS:en con diferentes tiempos de deposición. Fuente: elaboración propia.

De los resultados experimentales que se muestran en las figuras 3 y 4 se observa un efecto positivo de la presencia de los recubrimientos de ZnS en dos propiedades ópticas interesantes para las ventanas inteligentes, la alta transmisión de la luz visible del espectro electromagnético (75 al 90%) y la ser un filtro que puede bloquear la radiación UV.

Se demuestra que el tiempo de depósito incrementa el espesor de los recubrimientos, con efectos ópticos favorables para la propiedad de filtro del UV, sin un sacrificio significativo en la visibilidad al interior de la ventana inteligente.

Mojabilidad

En la tabla 3 se muestran los resultados preliminares de la medición de ángulo de contacto. Se reportan por quintuplicado magnitudes del ángulo de contacto medido en la superficie de 3 películas de ZnS y de vidrio que sirvió de sustrato de las mismas. Se muestra la magnitud del cálculo del promedio, como medida de tendencia central, así como la desviación estándar y el coeficiente de variación (CV), como medidas de dispersión de los datos.

Medición	Vidrio	A-60 min	A- 130 min	B- 2 h
Medición 1	12°	30°	33°	30°
Medición 2	14°	30°	35°	28°
Medición 3	12°	31°	32°	31°
Medición 4	10°	32°	36°	32°
Medición 5	12°	32°	40°	31°
media($\bar{X}$)	12°	31°	35.2°	30.4
Desviación estándar(σ)	1.26491	0.89442	2.78567	1.35646
coeficiente de variación(CV)	10.54%	2.88%	7.91%	4.46%

Tabla 1. Ángulos de contacto obtenidos de las pruebas preliminares de mojabilidad en películas recubiertas con ZnS y vidrio sin recubrimiento

De los resultados preliminares de la medición de ángulo de contacto se observa que las superficies se consideran hidrofílicas, dado que la magnitud de su ángulo es inferior a 30 °C. No obstante también se observa claramente que el recubrimiento de ZnS tiene un claro efecto de disminución de la hidrofilicidad, lo que es favorable para las ventanas y su capacidad autolimpiante. También se infiere de los resultados que se requiere un mejor control en los parámetros de la medición, implementando mejoras al sistema propuesto, para que la precisión de las mediciones mejore.

Conclusiones

Se obtuvieron materiales semiconductores con propiedades interesantes para ser aplicados en el diseño de estructuras de ventanas bioclimáticas inteligentes de ZnS.

Se sintetizaron películas delgadas de ZnS con alta transparencia en la región visible del espectro electromagnético, que las hace aptas como ventanas en diseños arquitectónicos de viviendas y edificios. Estos materiales además presentan propiedades ópticas favorables para ser empleadas como bloqueadoras eficientes de la radiación ultravioleta.

Se diseñó un sistema para el estudio de la mojabilidad de los materiales, a través de la medición del ángulo de contacto de una gota de agua en la superficie del recubrimiento semiconductor. Este sistema presenta un buen potencial como método no instrumental, por ser sencillo, eficiente y con una precisión aceptable y muy susceptible de mejorar con algunos ajustes de los parámetros del diseño.

Se demuestra un efecto de aumento de la hidrofobicidad provocado por el ZnS, lo que evidencia el potencial de este material para el diseño de ventanas autolimpiantes. Se espera demostrar en trabajos futuros, que el efecto puede incrementar significativamente si el espesor del material aumenta.

Se diseñó un sistema viable para el estudio del potencial de ventanas inteligentes de ZnS como retardantes de la transferencia de calor, basado en mediciones experimentales de temperatura y aplicando las leyes de transferencia de calor por conducción para placas compuestas.

Referencias

Caballero Güereca, C. E. (2023). *ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA COMPARATIVO DEL USO DE TECNOLOGÍAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDOS SEMICONDUCTORES PARA SU APLICACIÓN EN VENTANAS INTELIGENTES EN RASCACIELOS : DEPÓSITO, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL*.

E. Ordaz, A. González, G. Hernández, M. Saldaña, G. Moreno, D. García, R. Flores, Síntesis y caracterización de recubrimientos de ZnS químicamente depositados. Revista Nthe (2019) pp. 81–88

García, L. et al. (2021). Advances in Semiconductor Materials for Energy-Efficient Building Technologies. Renewable Energy and Sustainable Building, 10(3), 267-282.

Garzón, B. (2007). Arquitectura Bioclimática. Buenos Aires: Nobuko.

Jiménez-Flores, Y., Lefranc-Cabrera, J., Gómez-Barrales, P. D., Perez-Orozco, J. A., Flores-Hernández, C. G., Pineda-Chacón, G., Nogal-Luis, U., & Ortuño-López, M. (2021). Optimal conditions of pH, composition, and temperature in synthesis of CdS thin films by chemical bath deposition technique. MRS Advances. https://doi.org/10.1557/s43580-021-00181-3

Kusmierek, E. (2020). A CeO2 semiconductor as a photocatalytic and photoelectrocatalytic material for the remediation of pollutants in industrial wastewater: A review. *Catalysts*, *10*(12), 1–54. https://doi.org/10.3390/catal10121435

Liang, Z., Zhao, L., Meng, W., Zhong, C., Wei, S., Dong, B., Xu, Z., Wan, L., & Wang, S. (2017). Tungsten-doped vanadium dioxide thin films as smart windows with self-cleaning and energy-saving functions. *Journal of Alloys*

and Compounds, *694*, 124–131. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.09.315

Pérez, M. et al. (2020). Optoelectronic Properties of ZnS Films Synthesized by Chemical Bath Deposition for Sustainable Building Applications. Sustainable Construction and Materials, 8(1), 45-59.

Piccolo, A., & Simone, F. (2015). Energy performance of an all solid state electrochromic prototype for smart window applications. *Energy Procedia*, *78*, 110–115. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.123

Saif, M., El-Molla, S. A., Aboul-Fotouh, S. M. K., Hafez, H., Ibrahim, M. M., Abdel-Mottaleb, M. S. A., & Ismail, L. F. M. (2013). Synthesis of highly active thin film based on TiO2 nanomaterial for self-cleaning application. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *112*, 46–51. https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.04.011

Secretaría de Energía. (2021). Balance Nacional de Energía. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805509/BNE-2021.pdf

Serrano-Romero, M., Gómez-Guzmán, O., Jiménez-Flores, Y., Flores-Hernández, C. G., Rodríguez-Morales, E., Pineda-Chacón, G., Nogal-Luis, U., & Ortuño-López, M. (2022). Nanostructured ZnS obtained by a simple and low-cost chemical deposition method for clean energy thin films devices. MRS Advances. https://doi.org/10.1557/s43580-021-00199-7

Smith, A. et al. (2022). Synthesis and Characterization of ZnS Semiconductor Films for Bioclimatic Windows and UV Protection. Journal of Sustainable Building Materials, 45(2), 123-136.

Análisis del flujo vehicular Mediante Algoritmos Evolutivos para Smart-Cities

Andrea E. Góngora-Tun[1], Ana Marcela Herrera-Navarro[1], Hugo Jiménez-Hernández[1], Luis Antonio Díaz Jiménez[1], Daniel Cantón Enríquez[1], Selene Ramírez Rosales[1], Jorge Luis Pérez Ramos[1].

[1] Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Informática Av. de las Ciencias S/N, Juriquilla, 76230 Santiago de Querétaro, Qro., México.

andreaagongora@hotmail.com
anaherreranavarro@gmail.com
hugojh@gmail.com

Resumen

El crecimiento de las ciudades trajo cambios en la infraestructura y movilidad; teniendo como consecuencia un incremento en la congestión del tráfico. Las afectaciones negativas de este fenómeno incluyen el decremento de la calidad de vida de las personas, el impacto económico por el incremento del uso de recursos, el incremento de emisiones a la atmosfera, entre otros. Por esta razón, es necesario el uso de nuevas tecnologías, que ayuden a medir las condiciones de operación de centros urbanos. Una tecnología eficiente es la visión por computadora porque permite de forma no intrusiva inferir y medir variables para la toma de decisión, sin la necesidad de una instrumentación in situ sobre los escenarios. Este trabajo presenta el desarrollo de algoritmos eficientes para la medición y desplazamiento de los objetos que se monitoreen en las ciudades mediante cámaras. Este trabajo se focaliza para presentar un método eficiente en exteriores con condiciones cambiantes para el seguimiento de la dinámica de los vehículos en avenidas. Este método utiliza una propuesta basada en un algoritmo evolutivo y una codificación robusta en condiciones complicadas de cambios de luz. Las aplicaciones derivadas de esta tecnología incluyen la inferencia de la actividad en escenas, el seguimiento de vehículos, análisis de peatones y grupos entre otros, permitiendo el desarrollo de infraestructura inteligente para la medición de variables urbanas que ayuden a la toma de decisiones eficiente.

Palabras clave: monitoreo automático, ciudades inteligentes, estimación del desplazamiento, algoritmos evolutivos.

Abstract

The growth of cities brings changes in infrastructure and mobility; trying to achieve an increase in traffic congestion. The negative effects of this phenomenon include the decrease in the quality of life of people, the economic impact due to the increase in the use of resources, the increase in emissions into the atmosphere, among others. For this reason, it is necessary to use new technologies, which help to measure the operating conditions of urban centers. An efficient technology is computer vision because it allows, in a non-intrusive way, to infer and measure variables for decision making, without the need for an instrumentation in situ on the scenes. This work presents the development of efficient algorithms for the measurement and placement of objects that are monitored in cities using cameras. This work focuses on presenting an efficient method outdoors under changing conditions for monitoring the dynamics of vehicles on avenues. This method uses a proposal based on an evolutionary algorithm and robust coding in complicated conditions of light changes. Applications derived from this technology include the inference of activity in scenes, vehicle tracking, pedestrian analysis, and groups among others, allowing the development of intelligent infrastructure for the measurement of urban variables that aid efficient decision making.

Keywords: automatic monitoring, smart city, motion estimation, evolutionary algorithm.

Introducción

De acuerdo con el plan de crecimiento sostenible propuesto por la ONU (Naciones Unidas, 2021), se enfatiza la necesidad de implementar modelos resilientes en el desarrollo y crecimiento urbano (Naciones Unidas, 2023). El objetivo es generar un plan social de crecimiento adecuado donde se priorice la calidad de vida, minimizando el impacto ecológico de las ciudades. Sin embargo, muchas ciudades han tenido un crecimiento desbalanceado, ocasionando problemáticas y desafíos en el uso de su infraestructura y en el consumo de recursos, sin afectar la calidad de vida.

El empleo de tecnologías de la información y comunicación (TIC) representa una herramienta muy útil en la gestión de la información y datos que puedan apoyar al uso eficiente de los recursos de una urbe. Las ciudades inteligentes deben centrarse en explotar la tecnología para mejorar la vida de las personas que habitan la ciudad, en temas como movilidad inteligente, vida y entorno inteligente, gobierno y

economía y arquitectura inteligente (Ismagilova et al., 2019).

Tabla 1. Vehículos registrados en México (INEGI, 2023)

Año	Número de vehículos
2017	45,853,522
2018	47,783,926
2019	49,869,688
2020	51,215,678
2021	53,115,396

En aspectos de análisis del aforo vehicular, y el desarrollo de tecnologías que ayuden a la gestión eficiente de los recursos viales, representa un nicho de importancia, debido al crecimiento en la densidad vehicular (ver tabla 1) en México generando un decremento de la calidad en el transporte y comunicación urbana.

El análisis de la densidad de tráfico es una tarea de alto impacto para la gestión eficiente del uso de recursos. Sin embargo, tener un estadístico adecuado requiere de la instrumentación física de sensores a lo largo de las vialidades, de manera que el uso de tecnologías emergentes, como visión por computadora, ayuda a la medición indirecta y el análisis eficiente mediante la detección de las trayectorias de los objetos en movimiento. Evitando así, que durante horas específicas de alta densidad de tráfico, la infraestructura vial se encuentre saturada ayudando a la reducción de emisiones y contaminantes ocasionados por los motores (Samal et al., 2020).

La movilidad inteligente busca desarrollar tecnologías de la información para el uso óptimo de los recursos y análisis contingentes ante comportamientos urbanos que representen conatos de saturaciones viales; incrementando así la calidad de vida en los centros urbanos. Este es un concepto que se alinea con los objetivos de desarrollo mundial sostenible fijados por las Naciones Unidas (Paiva et al., 2021).

El desarrollo de sistemas de monitoreo de tráfico utilizando tecnologías de detección *in situ*, incluye redes de sensores vehiculares y procesamiento de video e imágenes. Dentro de las tecnologías *in situ*, se encuentran los detectores de bucle de inducción; pero tienen un alto grado de falla e involucran una instrumentación física. Otra alternativa es el uso de sistema de redes de sensores vehiculares, como sistemas geolocalizados; sin embargo, los procesos de instrumentación resultan inviables e invasivos actualmente. Los métodos basados en el procesamiento de video e imágenes han tenido varias aplicaciones a problemas de tráfico como la detección de accidentes, detección de vehículos, entre otras mostrando resultados útiles, porque miden indirectamente el flujo, y el uso de la infraestructura de cámaras pude ser adaptable a espacios de monitoreo amplios resultando viable para procesos largos y con menos infraestructura de instrumentación (Jain et al., 2019).

Las soluciones provistas por visión por computadora han demostrado ser eficientes y útiles lo que permita ser implementados en escenarios urbanos para el análisis de la densidad de tráfico, sistemas reconocimiento de tráfico, detección de accidentes, sin embargo, se tienen varios desafíos como las diversas condiciones climáticas, iluminación y patrones de tráfico (Manguri & Mohammed, 2023).

Los sistemas de monitoreo basados en análisis de datos inteligentes, permiten recabar información útil sobre el flujo de tráfico, además de detectar variables complejas como clasificación de objetos, seguimiento de personas; sin embargo, las condiciones de operación en entornos no controlados o exteriores resultan un reto científico y tecnológico, porque las variables no son controlables y las condiciones del escenario son cambiantes, por ejemplo, la mala iluminación, cambios en el clima, oclusión y sombras que afectan negativamente la precisión (Abbas et al., 2021).

En el proceso de detección y análisis inteligente de datos de video se propone un análisis como el que se

muestra en la Figura 1. Este análisis se basa en las etapas de abstracción de la adquisición y transformación de los datos hasta encontrar y medir variables complejas que involucran la dinámica de los objetos observados. Las primeras etapas corresponden a la adquisición eficiente de datos, pero en la tercera etapa resulta de especial interés porque es la responsable de elaborar y detectar los objetos (en este caso vehículos) en movimiento y su desplazamiento.

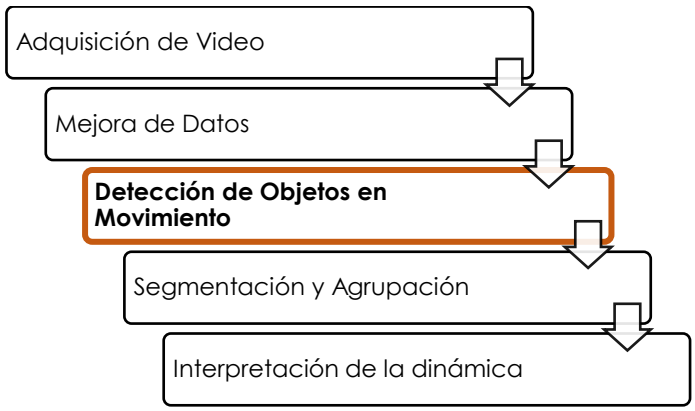


Figura 1. Etapas de análisis de video.

Como se observa en el artículo (Reynosa, *et al.*, 2021), la gran mayoría de los modelos de cálculo del desplazamiento asumen un modelo continuo y derivable en el tiempo. Pero, esta situación no puede garantizarse en modelos instrumentados, porque representa sistemas discretos en tiempo y resolución. Por tal situación, las implementaciones basadas en espacios continuos y por derivada tienden a ser inexactas y susceptibles a ruido.

Sin embargo, a pesar de que en (Reynosa, *et al.*, 2021) ofrecen una solución basada en un método de búsqueda aleatorio, el problema de la robustes ante cambios lumínicos y deformaciones pequeñas en la perspectiva en los objetos no se soluciona. Por esta razón esta propuesta introduce un mecanismo eficiente de codificación que ayudará a proveer un método eficiente del registro y cálculo del desplazamiento en un espacio discreto utilizando métodos evolutivos y un mecanismo eficiente de codificación.

Métodos de Detección de Objetos en Movimiento

La dinámica de un objeto se puede modelar a partir de la detección del objeto y cómo esté va evolucionando en el tiempo. La detección del objeto permite definir el área del objeto a registrar y por consecuencia calcular su desplazamiento y trayectoria. Para detectar los objetos en movimiento existen aproximaciones basadas en métodos de sustracción de fondo, diferencias temporales, detección de objetos de interés (Balaji & Karthikeyan, 2017).

Flujo óptico



(a) (b)

Figura 2. Ilustración del proceso del cálculo del flujo óptico; donde (a) representa la zona de referencia (camión) y (b) el vector asociado en el tiempo de su desplazamiento.
Fuente: elaboración propia.

La aplicación sucesiva del registro de imágenes sobre un objeto, zona, o estructura de interés, en el tiempo permite calcular el vector de desplazamiento de esta zona. Considerando el cálculo del vector de desplazamiento para cada posible región de interés de una imagen, se puede construir un mapa de vectores que representa un espacio vectorial discreto del desplazamiento observado para cada posible región de la imagen. Como se observa, este proceso es computacionalmente alto y depende del tamaño de la región a registrar, el número de regiones a registrar y la precisión que se desea obtener (Shah & Xuezhi, 2021). En la figura 2 se ilustra el proceso. Para este caso la región de referencia corresponde a los pixeles con intensidades que corresponden a un tráiler (figura 2.a). Posteriormente, tras aplicar el modelo de registro de imágenes se puede calcular el vector de desplazamiento ilustrado (figura 2.b) donde se superponen las imágenes para mostrar el desplazamiento.

Registro Digital de Imágenes

Una de las tareas fundamentales consiste en el análisis inteligente de objetos en movimiento y el cálculo de su desplazamiento. Para calcular el desplazamiento es necesario calcular el registro de un objeto en un par de imágenes. En el proceso de registro de imagen, se obtiene la relación que existe entre dos o más imágenes capturadas a diferentes tiempos o por diferentes sensores, en una misma o en diferentes perspectivas (Tondewad & Dale, 2020).

El proceso de registro de imágenes requiere de un par de imágenes, en donde se alinean dos regiones, tomando como referencia la primera, para estimar su desplazamiento. Comúnmente, se basa en el diferencial de la intensidad de color temporal, de forma que se calcula un espacio métrico basado en la similitud de la región de interés. Posteriormente mediate interpolación y un método numérico de optimización de calculan los parámetros del desplazamiento y/o deformación. El desplazamiento tomando como origen a la referencia genera el vector desplazado en unidades pixelicas, que de acuerdo con el contexto puede ser proyectado en unidades métricas. El cálculo sucesivo de desplazamiento de un objeto mediante pares de imágenes en el tiempo permite la reconstrucción y estimación de la trayectoria del objeto (Singh Phogat et al., 2014).



Figura 3. Ejemplo ilustrativo del método de flujo óptico.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 3 se muestra el proceso iterativo al calcular el vector de desplazamiento en el tiempo y la reconstrucción de la trayectoria para interpretar la dinámica del vehículo a través del tiempo. (Davies, 2018).

Estimación del Desplazamiento

Para estimar el desplazamiento, Lucas y Kanade propusieron un método diferencial en el tiempo para estimar el desplazamiento, donde asumen que la solución (desplazamiento) es pequeño proporcional al tamaño del objeto analizado y la función de similitud es mediante la diferencia cuadrática de las intensidades. El cálculo de del desplazamiento se aproxima por un método iterativo utilizando dos imágenes sucesivas (Mustapha, 2020).

El algoritmo de Shi-Tomasi, utilizando el formalismo de Lucas y Kanade, propuso el uso de zonas adecuadas para tomar de referencia, dichas zomas son equivalentes a las regiones que encuentra el algoritmo de Harris y así proporcionar las condiciones mínimas suficientes para converger la aproximación numérica en la posición del objeto al que se quiere calcular el desplazamiento (Bansal et al., 2021). La Figura 4 ilustra el proceso del algoritmo de Shi-Tomasi, considerando el desplazamiento de un objeto como un desplazamiento en el plano proyectivo sobre una matriz de deformación de la característica desplazada.



Figura 4. Ejemplo ilustrativo del método de Shi-Tomasi
Fuente: elaboración propia.

Debido a que el cálculo del desplazamiento se puede ver como un problema de optimización, donde la función objetivo es la similitud entre una imagen de referencia y la siguiente con el objeto desplazado, (Reynosa-Guerrero et al., 2016) encontró que en el método de Shi-Tomasi cuando se encuentra un mínimo local, se finaliza la búsqueda de la solución lo cual no corresponde al desplazamiento real, por tal motivo propuso el uso de algoritmos evolutivos para evitar la convergencia en mínimos locales usando el algoritmo de Shi-Tomasi.

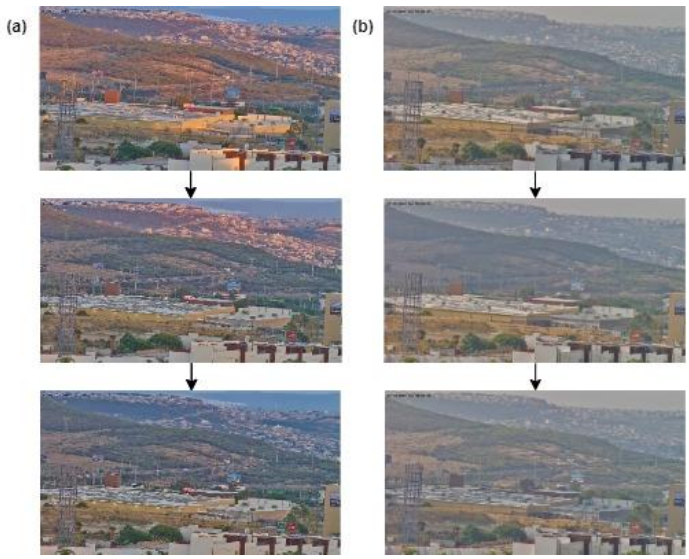


Figura 5. Cambios de iluminación en un video. a) Cambio de iluminación generada por el cambio nocturno. b) Cambio de iluminación generada por la precipitación.
Fuente: elaboración propia.

A pesar de los cambios propuestos, los métodos de Lucas-Kanade y Shi-Tomasi suponen la constancia del brillo. Estos métodos son buenos en superficies Lambertianas con iluminación constante y en objetos que se mueven en condiciones de brillo homogéneo; sin embargo, al aplicar estos métodos en entornos al exterior como en el control del tráfico y la conducción autónoma se tienen varios factores de variación lumínica relacionados con el clima, las nubes, la luz solar variable y la niebla que afectan a la imagen obtenida (Shah & Xuezhi, 2021). En la figura 5, se muestra las variaciones de iluminación a los que se expone el monitoreo y análisis de la investigación.

Los desplazamientos largos también son una fuente de variación que ocurre como resultado de un objeto que se mueve a alta velocidad o a una baja velocidad en el cambio de cuadros de video consecutivos. Los algoritmos fallan cuando los resultados provienen de un mínimo local incorrecto (Shah & Xuezhi, 2021).

Para abordar el problema de la iluminación en entornos exteriores, se propone trabajar las imágenes mediante representaciones simbólicas las cuales puedan representar la misma información de la imagen aún en diferentes condiciones de intensidad.

Metodología

En la investigación se propone una metodología para el seguimiento de objetos en ambientes exteriores con variaciones de iluminación y expuestos a diferentes condiciones ambientales mediante el cálculo del desplazamiento de objetos. En la Fig. 1 se muestra resaltada la etapa que se ve modificada por la propuesta al ofrecer un esquema eficiente de detección y registro de objetos.

Adquisición de imágenes

En la facultad de informática, actualmente existen dos cámaras de videovigilancia, las cuales generan 25 fotogramas por segundo y mantienen una resolución de 1,920 x 1,080 pixeles.



Figura 6. Imagen tomada de cámara de vigilancia del CIICCTE. Los cuadros verdes señalan los objetos en movimiento.

Como se muestra en la Figura 6, estas cámaras proporcionan videos con automóviles, los cuales se encuentran en movimiento y su entorno se encuentra estático, y se encuentran expuestas a cambios de iluminación y condiciones climáticas (figura 5). Mediante estos videos se plantea estimar el desplazamiento de los automóviles en dos imágenes de video consecutivas.

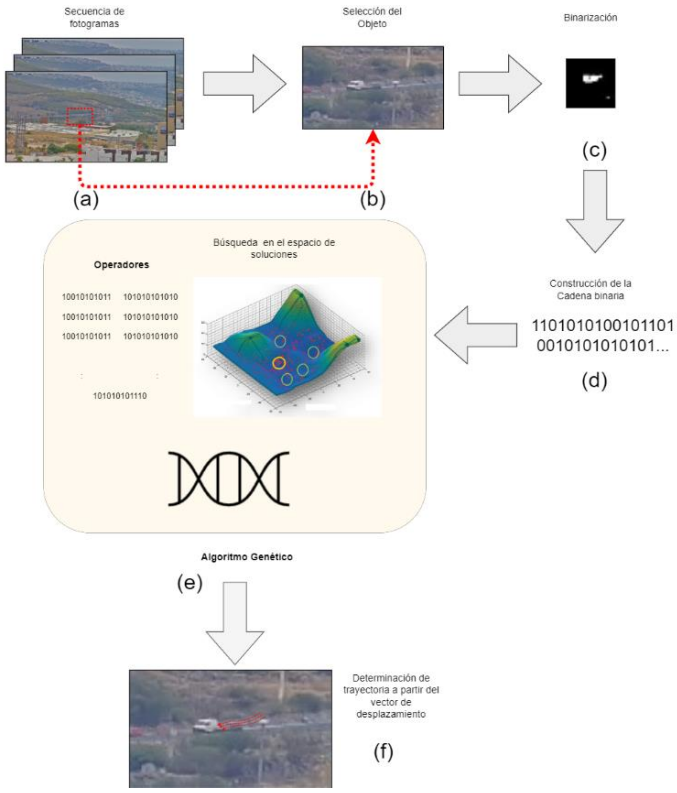


Figura 7. Esquema general de la metodología.
Fuente: elaboración propia

Una vez obtenida una secuencia de fotogramas por medio de un video, como se ilustra en la figura 7.a y 7.b, se selecciona uno de los fotogramas, es decir una imagen de la secuencia de video. la cual contiene el objetivo (automóvil) en el que se desea calcular el desplazamiento.

Codificación binaria

El descriptor del patrón local binario está definido como los patrones que rodean a un píxel en una imagen. Éstos han demostrado buena estabilidad para obtener características y clasificar imágenes bajo diferentes condiciones de luz (Zhao, 2021).

El operador básico ampliamente usado de los patrones locales binarios se efectúa mediante la comparación un píxel central de una imagen y los ocho pixeles vecinos alrededor de dicho píxel central. para obtener el patrón local binario. Sin embargo, pueden diferentes variantes del operador (Riaz et al., 2023).

La imagen que contiene el objetivo seleccionado (figura 7.b) se procesa mediante una codificación binaria, mediante operadores locales binarios (figura 7.c). Posteriormente se obtienen cadenas binarias de la imagen (figura 7.d).

Estimación de desplazamiento

Para la estimación del desplazamiento se empleará lo propuesto por (Reynosa-Guerrero et al., 2016) en donde se hace uso de algoritmos genéticos como método de búsqueda dentro del espacio de soluciones para estimar el desplazamiento (figura 7.e). Con la diferencia en la entrada del algoritmo donde lo propuesto en esta investigación son representaciones binarias de la imagen objetivo y referencia, obtenidas mediante patrones locales binarios. Esto con la finalidad de que las variaciones de iluminación y que la solución en mínimos locales no afecte en el cálculo del desplazamiento.

Mediante la solución del algoritmo propuesto en el trabajo, se determina la trayectoria del objetivo a través de los vectores de desplazamiento obtenidos (figura 7.f).

Resultados

Siguiendo lo propuesto en la metodología, la imagen objetivo se codificó mediante patrones locales binarios y se obtuvieron cadenas binarias seleccionando puntos aleatorios de la imagen objetivo

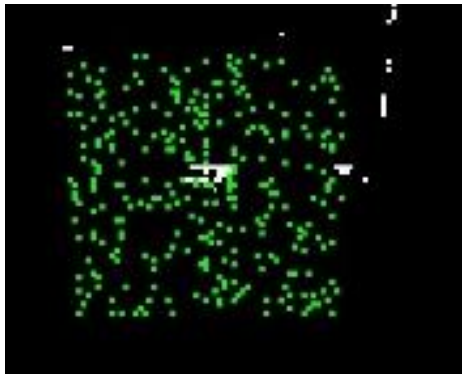


Figura 8. Etapa de binarización y selección de objetivo.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 8, se muestra el resultado de binarizar la imagen que contiene al objetivo, y se ilustra los puntos aleatorios para generar las cadenas binarias.



Figura 9. Representación de las iteraciones de búsqueda del objetivo empleando el algoritmo evolutivo.

Utilizando la cadena binaria de la imagen objetivo como entrada del algoritmo y una imagen de referencia correspondiente a una imagen con el objeto desplazado, se espera que el algoritmo evolutivo se itere por generaciones hasta converger en la cadena de la imagen objetivo. Como se muestra en la figura 9, el algoritmo evolutivo detectará cadenas similares a la cadena del objetivo por cada iteración, las cuales se señalan en los recuadros rojos, hasta converger en la cadena objetivo que corresponde al objeto desplazado, marcado en el recuadro verde.

Para estimar el desplazamiento se emplea la posición donde se encontraba el objeto en una imagen inicial del fotograma de video y la posición en la cual se encuentra la cadena objetivo en la imagen de referencia.

Discusión y conclusiones

Se presenta una tecnología basada en algoritmos evolutivos que mejora significativamente la detección de movimiento en objetos al exterior. Esto permite tener una fiabilidad mayor al momento de determinar las trayectorias y flujo vehicular en avenidas en ciudades.

Esta tecnología por su forma de desarrollo permite una implementación directa en sistemas embebidos, lo que permite introducirse como sistemas mínimos independientes del contexto y/o sistema de adquisición de imágenes.

Además, el presente trabajo muestra un área de oportunidad en el análisis de modelos de codificación eficiente para resolver problemas de alto costo computacional, donde este desarrollo representa un avance sustancial en el desarrollo de algoritmos inteligentes,

Referencias

Abbas, A. F., Sheikh, U. U., Al-Dhief, F. T., & Mohd, M. N. H. (2021). A comprehensive review of vehicle detection using computer vision. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, *19*(3), 838–850. https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v19i3.12880

Balaji, S. R., & Karthikeyan, S. (2017). A survey on moving object tracking using image processing. *Proceedings of 2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control, ISCO 2017*, 469–474. https://doi.org/10.1109/ISCO.2017.7856037

Bansal, M., Kumar, M., Kumar, M., & Kumar, K. (2021). An efficient technique for object recognition using Shi-Tomasi corner detection algorithm. *Soft Computing*, *25*(6), 4423–4432. https://doi.org/10.1007/s00500-020-05453-y

Davies, E. R. (2018). Motion. In *Computer Vision* (pp. 611–628). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809284-2.00020-4

Ismagilova, E., Hughes, L., Dwivedi, Y. K., & Raman, K. R. (2019). Smart cities: Advances in research—An information systems perspective. In *International Journal of Information*

Management (Vol. 47, pp. 88–100). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.004

Jain, N. K., Saini, R. K., & Mittal, P. (2019). A review on traffic monitoring system techniques. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *742*, 569–577. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0589-4_53

Manguri, K. H. K., & Mohammed, A. A. (2023). A Review of Computer Vision–Based Traffic Controlling and Monitoring. *UHD Journal of Science and Technology*, *7*(2), 6–15. https://doi.org/10.21928/uhdjst.v7n2y2023.pp6-15

Mustapha, H. (2020). *Artificial Intelligence and Renewables Towards an Energy Transition*. http://www.springer.com/series/15179

Naciones Unidas. (2021). *Nueva agenda urbana*. Programa de Las Naciones Unidas Para Los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat).

Naciones Unidas. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Edición Especial.

Paiva, S., Ahad, M. A., Tripathi, G., Feroz, N., & Casalino, G. (2021). Enabling technologies for urban smart mobility: Recent trends, opportunities and challenges. In *Sensors* (Vol. 21, Issue 6, pp. 1–45). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/s21062143

Reynosa-Guerrero, J., Canseco-Pinacho, J.-A., Jiménez-Hernández, H., Rafael-Montes Martínez, J., & Bringas-Rico, V. (2016). *Displacement Estimation in Micro-photographies through Genetic Algorithm*.

Riaz, I., Ali, A. N., & Ibrahim, H. (2023). Circular shift combination local binary pattern (CSC-LBP) method for dorsal finger crease classification. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, *35*(8). https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101667

Samal, S. R., Gireesh Kumar, P., Cyril Santhosh, J., & Santhakumar, M. (2020). Analysis of Traffic Congestion Impacts of Urban Road Network under Indian Condition. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1006(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/1006/1/012002

Shah, S. T. H., & Xuezhi, X. (2021). Traditional and modern strategies for optical flow: an investigation. In SN Applied Sciences (Vol. 3, Issue 3). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s42452-021-04227-x

Singh Phogat, R., Dhamecha, H., Pandya, M., Chaudhary, B., & Potdar, M. (2014). Different Image Registration Methods-An Overview. International Journal of Scientific & Engineering Research, 5. http://www.ijser.org

Tondewad, M. P. S., & Dale, M. M. P. (2020). Remote Sensing Image Registration Methodology: Review and Discussion. Procedia Computer Science, 171, 2390–2399. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.259

Zhao, Q. (2021). Research on the application of local binary patterns based on color distance in image classification. Multimedia Tools and Applications, 80(18), 27279–27298. https://doi.org/10.1007/s11042-021-10996-9

Sistema de monitoreo de la calidad del aire respecto a contaminantes criterio (CO, CO_2, CH_4, O_3, y Partículas Suspendidas) en la Zona metropolitana de Querétaro

Autoría

Francisco Javier Vega Quintana, Ana Laura Martínez Hernández

Resumen

La determinación de los niveles de contaminación en el aire es necesaria para evaluar o implementar acciones de mitigación de riesgos a la salud de los habitantes, por lo que el monitoreo constante de los parámetros de emisión se hace imprescindible en una ciudad con parques industriales en crecimiento, como lo es la capital del Estado de Querétaro, México. En este artículo se presenta el desarrollo y operación de un dispositivo en el que se incorporan sensores electroquímicos para la detección de contaminantes criterio (CO, CO_2, CH_4, O_3 y partículas suspendidas, $PM_{2.5}$), identificando también los valores de humedad y temperatura del medio ambiente. Las características analizadas para la selección de sensores fueron: grado de sensibilidad, velocidad de respuesta, consumo energético, robustez y dimensiones Los sensores se controlan con tecnología Arduino, integrando a través del internet de las cosas un sistema remoto para registro y análisis de los datos de los contaminantes identificados como de alto impacto en la determinación de la calidad del aire de la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro. El sistema se diseñó para mantener un fácil desplazamiento por lo que se realizaron mediciones en diferentes áreas y horarios para verificar la respuesta del dispositivo. Los resultados fueron contrastados considerando el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire y el Índice de la Calidad del Aire. Los contaminantes identificados en mayor proporción fueron CO y CO_2.

Abstract

Measurement of air pollution levels is needed for evaluate or implement actions to minimize health risks for citizens, therefore a constant control of discharged parameters is essential in a city with increasing development of industrial parks, such as Queretaro, Mexico. In this article it is shown the development and operation of a device in which electrochemical sensors are applied to determine criteria contaminants (CO, CO2, CH4, O3 and suspended particulate matter, PM2.5), humidity and temperature values from air. To select the appropriate sensors, the following characteristics were considered: sensibility range, answer rate, energetic demand, strong and low dimensions. In this system, sensors are controlled by Arduino technology, in addition Internet of Things is applied to integrate a remote procedure, capable to measure, register and analyze the data of high impact contaminants in the air quality classification The system was tested in metropolitan area of Queretaro city, Mexico. The design of the device allows an easy transportation and therefore measurements at different hours and sites were verified to evaluate the device´s performance. The obtained contaminants were compared by graphics and considering the classification according to Metropolitan Index for Air Quality and Air Quality Index The most abundant contaminants were CO and CO2.

Palabras clave

IMECA, AQI, Contaminantes Criterio, SP32, Google Cloud, MQTT, VESTA y EMQX

Introducción

El impacto de la contaminación del aire es preocupante por los riegos para las enfermedades respiratorias sin embargo se ha intensificado con

pandemia de SARS-CoV-2, los agentes dióxido de carbono (CO y CO_2 respectivamente), metano (CH_4), ozono (O_3) y partículas suspendidas respirables ($PM_{2.5}$), afectan negativamente el sistema respiratorio, contribuyendo a una variedad de problemas de salud, desde irritaciones menores hasta enfermedades graves como cáncer de pulmón y enfermedades cardiacas conduciendo a una mortalidad prematura y una expectativa de vida reducida (Kampa y Castanas 2008; Rodríguez-Álvarez 2021).La contaminación del aire se ha convertido en una causa principal de mortalidad, cobrando alrededor de 7 millones de vidas anualmente y representando más del 4% del PIB global. (Bherwani et al 2020). A pesar de los esfuerzos globales para reducir las emisiones contaminantes, el problema persiste debido a la diversidad de agentes contaminantes como dióxidos de nitrógeno y de azufre (NO_2, SO_2 respectivamente), $PM_{2.5}$, CO, CO_2, CH_4, O_3, entre otros. Estos contaminantes tienen origen tanto en actividades humanas necesarias, como la producción de energía y el transporte (Bherwani et al 2020; Rodríguez-Álvarez 2021), como en eventos naturales como incendios forestales o erupciones volcánicas (Roberts 2021). La complejidad de las fuentes contribuye a la persistencia del problema a nivel mundial.

El aumento de la mortalidad relacionada con enfermedades respiratorias y el virus SARS-CoV-2 destaca la necesidad de informar a la población sobre la calidad del aire con información en tiempo real. Se enfatiza la importancia de evitar actividades al aire libre en caso de alta contaminación. Las entidades gubernamentales nacionales (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, IMECA) e internacionales (Índice de la Calidad del Aire, AQI por sus siglas en inglés) han asumido la responsabilidad de proporcionar información de la contaminación del aire, sin embargo, la desventaja radica en que los sensores distribuidos pueden no representar todas las zonas de la ciudad debido a variaciones en la concentración de contaminantes (Baddi et al 2020). Se destaca la importancia de involucrar a la población en la vigilancia de la calidad del aire, proponiendo el uso de sensores de bajo costo en dispositivos portátiles con tecnologías modernas como el internet de las cosas y la nube para recopilar datos de manera efectiva.

Recientemente, se ha reportado el uso de sensores para la detección de contaminantes y en la determinación del AQI (Tabla 1), vinculándolos además con registros dirigidos hacia servicios en la nube, según diferentes protocolos para internet de las cosas (Tabla 2).

Tabla 1 Sensores utilizados en cuantificación de contaminantes del aire

Sensor	Contaminante	Lugar de estudio	Referencia
MQ-135	CO_2	Semarang, India	Mashurri y Zulfa, 2020
MQ-131	O_3	Taipei, Taiwan	Menaga et al 2019
MQ-7	CO	Depok, Indonesia	Larasari et al 2020
MQ-4	CH_4	Delhi, India	Barthwal y Acharya 2018
GP2Y1010AU0F	$PM_{2.5}$	Surat, India	Jha 2020
DHT11	Temperatura y Humedad	Riau, Indonesia	Banerjee et al 2019

Tabla 2 Aplicación de internet de las cosas en registro de contaminantes del aire

Agentes contaminantes analizados	Condiciones ambientales analizadas	Ciudad de aplicación	Referencia
PM10, PM2.5, CO, CO2, SO2, O3, H2S*, NO#, NO2, NOx&	Temperatura del aire, humedad del aire, velocidad del viento, punto de rocío	Helsinki, Finlandia	Badii et al 2020
Reportado como ppm, nivel de la calidad del aire AIQ	No determinadas	Parit Raja, Batu Pahat Johor, Malasia	Zulkifi et al 2020
CO, NO2, Partículas	Presión barométrica y humedad	Lisboa, Portugal	Santana et al 2021

El presente estudio muestra el diseño de un sistema de cuantificación de gases contaminantes (CO, CO_2, CH_4, O_3 y $PM_{2.5}$), humedad y temperatura, basado en

sensores, y con un registro de los datos bajo un sistema de servicios en la nube y la clasificación de estos en base a clasificación AQI e IMECA, para proporcionar a usuarios información de fácil lectura, identificación de riesgos en tiempo real, mediante un dispositivo ligero y de fácil transportación.

Metodología

Los elementos de hardware se presentan en la Tabla 3, También se contempla el desarrollo de software para registro de contaminantes, humedad y temperatura, utilizando los parámetros de acuerdo a la nomenclatura IMECA y/o AQI, y envió de datos y gráficos al servicio en la nube para posteriormente ser enviados a usuarios

Tabla 3 Descripción del hardware del sistema de sensores.

Modulo	Modelo	Descripción
Controlador/Procesador	SP32	Tarjeta de procesamiento, 32 bits doble núcleo, 520 kib SRAM de memoria, WiFi y bluetooth integrado
Temperatura/Humedad	DHT11	VCC, GND y DATA, 3V/5V, 0.5mA, T: 0-50°C ± 2 ºC y H: 20-80% ± 5%
CO_2	MQ135	5V, 800mW, Rs: 30-200 kΩ, RL: ajustable, RH: 33Ω ±5%
CH_4	MQ4	5V,750 mW, Rs:10-60 kΩ, RL: ajustable, RH: 33Ω ±5%
CO	MQ7	5V, 350mW, Rs: 2-20 kΩ, RL: ajustable, RH: 33Ω ±5%
O_3	MQ131	5V, 900mw, RS: 50-500 kΩ, RL: ajustable, RH: 31Ω ±3Ω
$PM_{2.5}$	GP2Y1010AU0F	5V, Sensibilidad: 0.5 V/(100 ug/m3) ±30% y Vout: 0-1.5V
DC-DC	LM2596	5V/15w, 3A

El SP32 es un microcontrolador de la empresa Espressif Systems con 30 puertos llamados GPIO´s I /O (E/S) con procesador doble núcleo de 32 bits con comunicación serial, WiFi y Bluetooth, maneja lenguaje C++. El DHT11 es un sensor de temperatura en grados Celsius en y humedad relativa %RH, trabaja entre rangos 0 y 50°C, con tres pines de conexión (VCC, GND y DATA).

El sensor MQ135 es un sensor analógico que requiere un voltaje de operación de 5 VCC con concentración de medición de 10-1000 ppm, puede medir la concentración combinada de humo, CO y CO_2, CH_4, amoniaco, benceno y otros gases dañinos en el aire (Kalia y Ansari, 2020). tiene dos pines de salida A0 (Analógico) y DO (Digital) (Firdaus et al 2019).

El sensor MQ4 está enfocado para analizar CH_4 con un rango de sensibilidad de 10-1000 ppm (Jo y Khan 2018). Esta construido en un módulo que de 4 pines de salida y un voltaje de operación 5V La salida A0 es una señal analógica, cuyo voltaje cambia en función a la concentración de gas y D0 es una señal digital.

El sensor MQ7 tiene sensibilidad y selectividad para detectar en el aire gases como: CO, hidrógeno, butano, metano, alcohol y aire. El módulo requiere una fuente de alimentación de 5 VCC con una concentración de 20-2000 ppm. Hay dos pines para señal, un pin de salida analógica (A0) y una salida digital (D0) en forma de TTL (Firdaus et al 2019).

MQ131 es un sensor semiconductor para ozono que mide la concentración en un rango de 10 a 1000 ppm, por medio de una resistividad que cambia con la concentración dando un voltaje analógico, siendo sensible a otros compuestos como Cloro dióxido de nitrógenos (NO_2) y funciona con una fuente de alimentación de 5 V que está conectada a un pin VCC (Menaga et al 2019).

Sharp GP2Y1010AU0F es un sensor óptico-analógico, esta diseñado para medir la concentración de partículas de diámetro o menor o igual a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$). El sensor consta de un diodo infrarrojo y un detector óptico. Con el sistema de

lentes, el detector óptico puede enfocarse en detectar partículas pequeñas (Molnár et al 2019). El sensor de polvo trabaja con una alimentación de 5V y tiene una resistencia de 150 ohms y un capacitor 220uf para su correcto funcionamiento.

LM2596 (DC-DC Buck Converter), es un convertidor reductor DC-DC, trabaja con una entrada de voltaje de 4-40V, su voltaje de salida es de 1.25V – 37V, su corriente de salida es de 2 amperes continuos y 3 amperes como carga máxima y la potencia de salida es de 15w (Karanikolas et al 2018).

El dispositivo se programa con Arduino, una plataforma de electrónica de código abierto. Arduino utiliza hardware y software flexibles para crear objetos interactivos y entornos de prototipos. Las especificaciones y diagramas están disponibles bajo licencia de Creative Commons. Se emplea el IDE de Arduino, en este caso, el Platformio basado en Processing, junto con un lenguaje de programación basado en Wiring. Las instrucciones se envían al microcontrolador a través de comunicación serie por puerto USB entre la placa y una computadora.

Los Sensores de Tabla 3 se integraron en la tarjeta SP32 que es alimentada con el módulo de voltaje regulable LM2596. El sistema es monitoreado por una computadora por monitor serial del IDE Platformio y al mismo tiempo subirlos a la nube a través de internet. En la figura 1 se muestra el esquema de conexión integrados en el sp32.

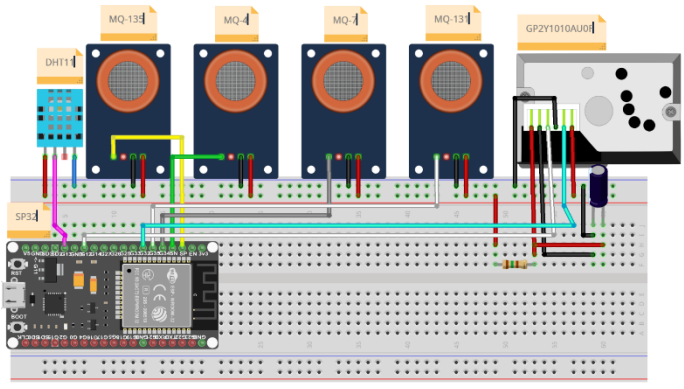


Figura 1. Esquema del sistema de cuantificación de la calidad del aire

Desarrollo del software para determinar características y calidad del aire

EL sistema proporciona las medidas de CO2, CO, CH4, O3 y PM2.5 por una señal analogica y la humedad y la temperatura con una señal digital. La señal analogica es convertida y dada en partes por millón (ppm), la temperatura en grados Celsius y la humedad en porcentaje, los datos son visualizados en una pagina web en tiempo real. En la figura 2 se presenta las secuencias de acciones del software que se ejecuta en el SP32.

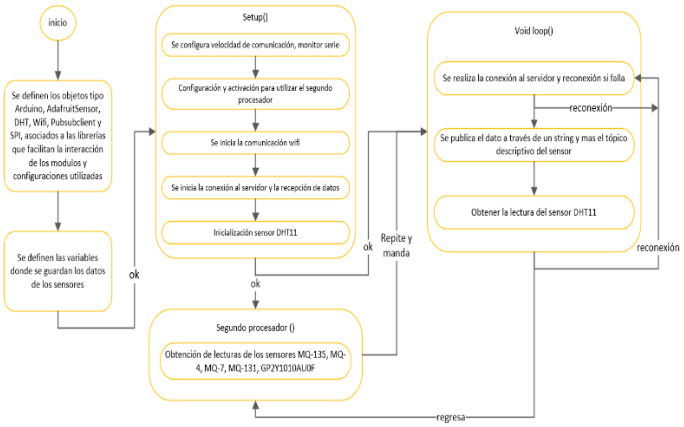


Figura 2. Diagrama de flujo de funcionamiento del sistema para determinar características y calidad del aire

En la secuencia se declaran variables globales, pines de conexión, librerías necesarias para poder interactuar con los módulos y sensores como el DTH11, la comunicación inalámbrica (WiFi), y el protocolo de comunicación de mensajes (Pubsubclient). En el setup() se configura la comunicación serial, activación del segundo procesador, el WiFi y se inicializan las configuraciones iniciales de los módulos y la comunicación de mensajería al servidor . El void loop (Primer procesador) se realizan las operaciones de publicación al servidor y reconexión. En el segundo procesador se realiza todas las operaciones de procesamiento de los datos y la conversión en ppm, temperatura en grados Celsius y en porcentaje la humedad relativa que son enviados al segundo

procesador para enviar los datos al servidor y ser visualizados en una página web.

Desarrollo del servidor web

Se utilizo el servicio Google Cloud para la creación de la máquina virtual, Ubuntu 18.04 LTS Minimal (2 vCPU, 4 GB memory y disco duro 10 GB), se instaló el broker EMQX (MQTT) para los tópicos y suscripción de eventos de los sensores y Vesta panel para la administración y el servicio web hosting para la observación de datos. Se define una IP fija para la conexión externa y se definen puertos exclusivos para EMQX y Vesta panel, para el trafico de HTTP, HTTPS a través de websocket. EMQX Permite tener la administración y el control de todos los tópicos y subscripciones que recibe el servidor del sistema físico y ser mostrados en la pagina web. Vesta Panel es un configurador y administrador para el alojamiento de la página web que permite tener un control del tráfico y la carga de información que recibe la página web y así no tener una saturación de la pagina

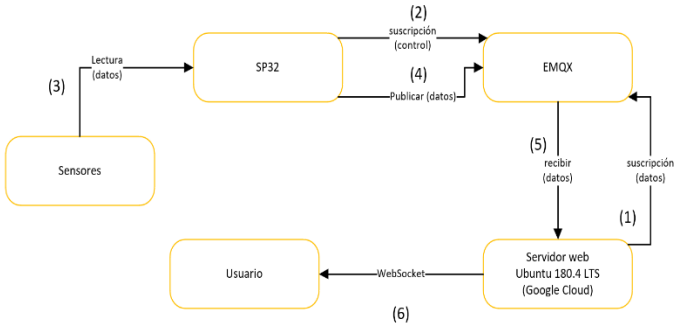


Figura 3 Diagrama de flujo de la ruta de transmisión de información

El servidor web (Google Cloud) inicia suscribiendo a los tópicos (datos), que reciben información del SP32 (1), al mismo tiempo existe la posibilidad de recibir mensajes de control para actuadores que se lleguen a requerir en el sistema propuesto (2)). Para enviar los datos el SP32 obtiene el valor de los sensores a los que se encuentra conectado (3). Luego el SP32 manda el dato a través de una publicación del tópico y mensaje MQTT respectivo (4), el servidor recibe el o los mensajes según el tópico que se suscribió (5).). El servidor procesa el mensaje y lo retiene hasta que sea pedido, Cuando un usuario se conecta al servidor, este responde con la aplicación grafica interactiva y abre un canal WebSocket para el envío y recepción de datos de manera bidireccional y se visualiza la información en tiempo-real mediante todo el mensaje MQTT que llega posteriormente al servidor y que es enviado al servidor y al cliente por websocket mostrando la actualización de los datos (6)así no tener una saturación de la pagina

Desarrollo de la página web

Para este sistema se utilizó Visual Studio Code (VSC) que es un editor de código, con la capacidad de comunicarse al servidor Ubuntu de Google Cloud con la herramienta SFTP, permite editar y crear archivos en el servidor por medio de puertos de comunicación llamados firewall. Para el desarrollo de la página web se utilizó Flatkit una plantilla creada con la biblioteca Bootstrap que son estilos de diseño y visualización para el desarrollo web, por medio de código HTML, estilos css y animación JavaScript que son leguajes de programación, utilizados en VSC.

El acceso al sistema es a través del enlace https://airpollutionqro.ga/login.php (Figura 4) el usuario puede registrarse y tener acceso al dashboard (mediante un nombre de usuario y clave de acceso autorizados por los autores del desarrollo) para observar los registros de los contaminantes en tiempo real.

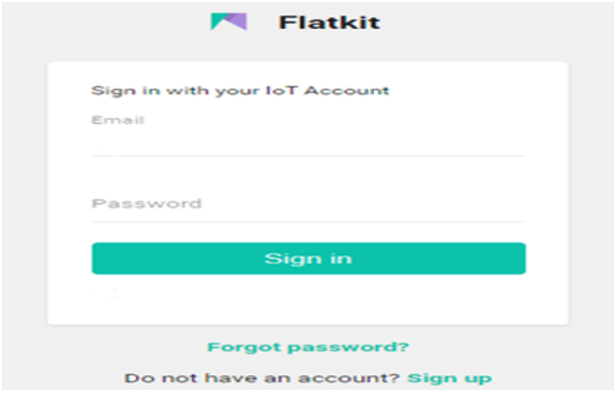


Figura 4 Pagina de acceso para usuarios registrados

La estructura de la página web (figura 5) se divide en <html> que contiene todo el contenido de la página, En <head> se designa el encabezado como el título, funciones, motores de búsqueda, etiquetas entre otros para ejecutar las aplicaciones que requiera la página y tenga adaptabilidad en el navegador y finalmente <body> que alberga todo el contenido de la web, es decir aquello que aparezca en el área de navegación, en este caso muestra las gráficas de los datos obtenidos de las lecturas realizadas por los sensores. Después de la estructura de visualización se ejecuta la comunicación MQTT por medio de websocket esta API podemos enviar mensajes a un servidor y recibir respuestas controladas por eventos sin tener que consultar para una respuesta, también tiene un apartado de reconexión por si falla la comunicación y así poder continuar el proceso de servicio y visualización. La página hace una petición por medio de un id que muestra el dato en una gráfica a través de una suscripción del tópico que es el evento de medición del sensor que se ejecuta en la parte central del <body>

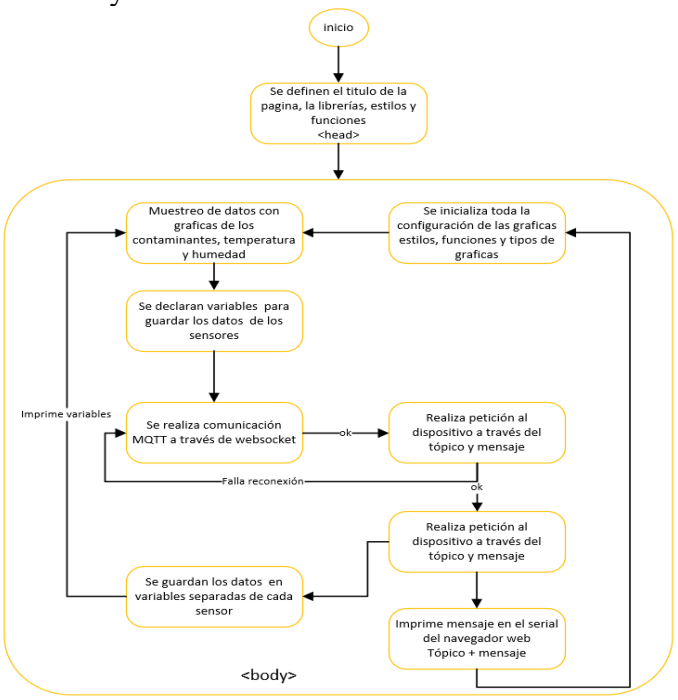


Figura 5 Diagrama de flujo del funcionamiento de la página web

Para las graficas se utilizo HighCharts es una librería escrita en JavaScript para la visualización de datos de manera interactiva, Permite exportar las tablas en formatos PNG, JPG, PDF o SVG, e imprimir directamente desde la página. El tipo de gráfica utilizado es dynamically updated data, en la que se actualiza el tiempo y el dato recibido de concentración del contaminante, temperatura o humedad relativa. Las gráficas mostradas al usuario mediante el dashboard siguen el formato mostrado en la figura 6

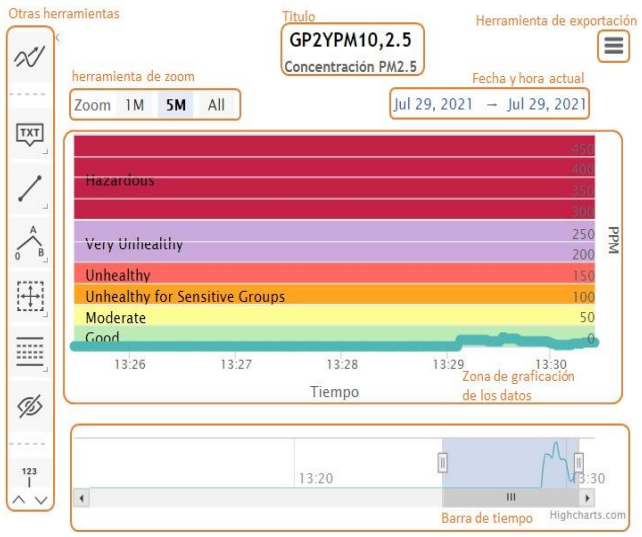


Figura 6 Gráfica de registro y clasificación de la calidad del aire en el Dashboard

En la parte superior se describe el título de la gráfica, (gas y Sensor), por debajo se tiene una barra cronológica de tiempo de todos los datos. En el lado derecho se muestra la fecha y día, en la parte superior derecha esta la herramienta de exportación. En el lado izquierdo se proporciona herramientas de análisis de las gráficas y el centro esta el espacio de la gráfica (X, ppm y Y, Tiempo) divida en 6 colores que son utilizados para identificar el nivel de concentración respecto a la normatividad IMECA de 0 a 500 como valor máximo y finalmente se tiene la herramienta zoom de lado superior izquierda para el acercamiento de los datos en formato de tiempo.

Resultados

La comprobación de funcionamiento de los sensores, manejo de datos y transformación a las lecturas correspondientes se muestra en la figura 7, donde es posible observar los diferentes valores de concentración de gases en ppm, temperatura en °C y

humedad relativa en % H a través del monitor serial del IDE de platformio

```
H: 55.00 %      T: 26.80 *C     CO2: 217 ppm    CH4: 5 ppm      CO: 75 ppm
O3: 8 ppm       PM2.5: 14.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.90 *C     CO2: 226 ppm    CH4: 5 ppm      CO: 74 ppm
O3: 7 ppm       PM2.5: 14.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.90 *C     CO2: 235 ppm    CH4: 5 ppm      CO: 77 ppm
O3: 7 ppm       PM2.5: 15.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.80 *C     CO2: 229 ppm    CH4: 5 ppm      CO: 75 ppm
O3: 8 ppm       PM2.5: 15.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.90 *C     CO2: 220 ppm    CH4: 4 ppm      CO: 74 ppm
O3: 8 ppm       PM2.5: 14.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.90 *C     CO2: 222 ppm    CH4: 4 ppm      CO: 72 ppm
O3: 7 ppm       PM2.5: 15.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.80 *C     CO2: 219 ppm    CH4: 4 ppm      CO: 72 ppm
O3: 7 ppm       PM2.5: 15.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.80 *C     CO2: 221 ppm    CH4: 4 ppm      CO: 74 ppm
O3: 7 ppm       PM2.5: 15.00 ppm
-------------------------------------------------------------------------------
H: 55.00 %      T: 26.90 *C     CO2: 217 ppm    CH4: 3 ppm      CO: 72 ppm
O3: 7 ppm       PM2.5: 16.00 ppm
```

Figura 7 Datos de lecturas de sensores en la terminal de platformio

El dashboard tiene siete graficas cinco son para los gases y las otras dos para humedad y temperatura (Figuras 8, 9 y 10). El dispositivo fue evaluado en diferentes escenarios y horarios como en una zona residencial, la salida del escape de una camioneta de 3 toneladas modelo 1995 y en una zona de alto flujo vehicular. En la figura 8 es zona de alto flujo vehicular se observa que la calidad del aire es buena, el CO_2 tiene picos al cabo de los 5 minutos de la zona de buena calidad a la contaminación moderada, el CO tiene picos en zonas denominadas insalubre y muy insalubres siendo nocivas para grupos sensibles, la temperatura varia 0.1 °C de 28.9 a 29 °C y la humedad relativa no cambia con una estabilidad en 43%.

La figura 9 se muestra la medición de un escape a una distancia de 1.2 metros de una camioneta de 3 toneladas modelo 1995. Los cambios en la medición de los contaminantes criterio son muy elevados, fluctuando los contaminantes CO_2, CO y CH_4, también las $PM_{2.5}$ al cabo de 5 minutos aumentaron los niveles de contaminación. Estando los contaminantes en zonas muy insalubres y peligrosas, la temperatura varía entre los 48°C y 48.6°C por estar cerca del escape, la humedad cambia drásticamente con respecto a las mediciones en la figura 8 que estas mediciones la humedad relativa cambia ente 16 y 18%.

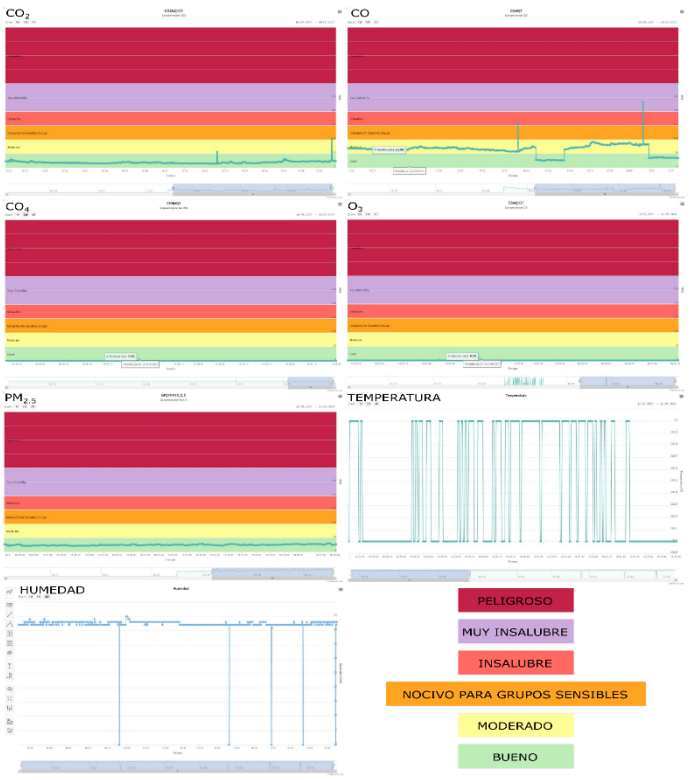


Figura 8 Datos de medición del nivel de concentración de los gases contaminantes, tiempo y humedad relativa en tiempo real en una zona de alto flujo vehicular.

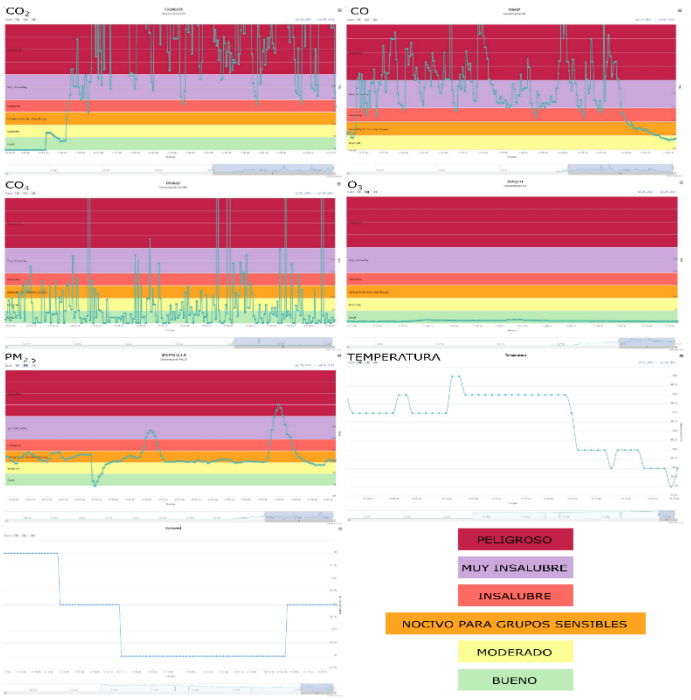


Figura 9 Datos de medición del nivel de concentración de los gases contaminantes, temperatura y humedad relativa en tiempo real,

tomados a 1.2 metros de distancia del escape de una camioneta de 3 toneladas modelo 1995.

En la figura 10 se se detecta el grupo de contaminantes criterio en conjunto con la humedad y la temperatura para una zona residencial, como se puede notar en los gráficos, los contaminantes detectados se mantienen en la región que se considera con calidad de aire bueno, solo se detecta un pequeño pico alrededor de los 4 minutos de CO en la zona que considera una contaminación del aire moderada. Cabe mencionar que esta medición se realizó además en alrededor de las 21:00 horas por lo cual esa pequeña fluctuación pudo ser debido a la circulación de algunos vehículos que pasaron por cerca del lugar donde se colocó el dispositivo de medición.

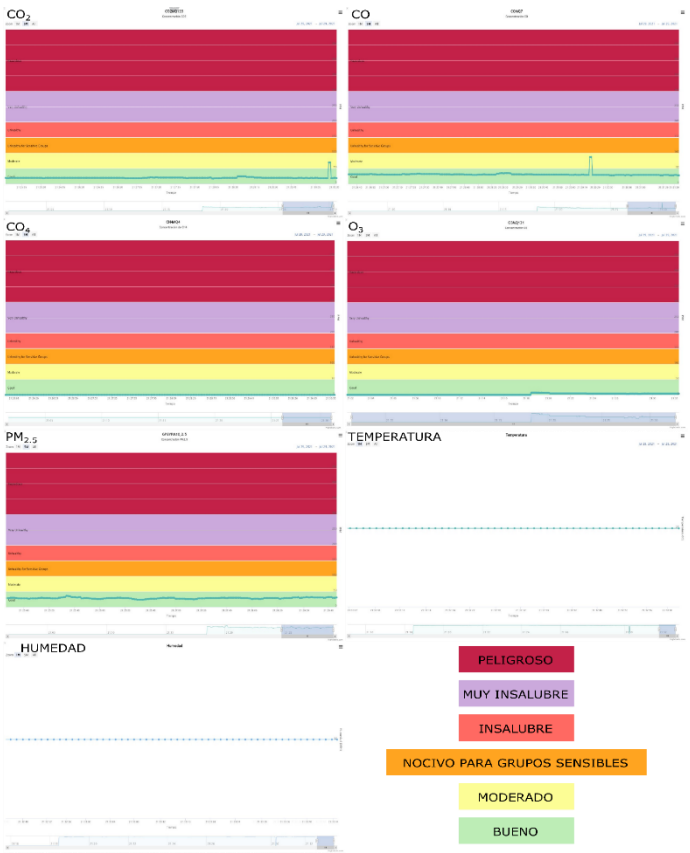


Figura 10 Datos de medición del nivel de concentración de los gases contaminantes, temperatura y humedad relativa en tiempo real en una zona residencial (bajo flujo vehicular)

Discusión y conclusiones

Con el análisis de resultados realizado se concluye que el dispositivo es capaz de detectar cambios en los contaminantes criterios dependiendo del grado de contaminación al que sea expuesto, esto se logra observar ya que el dispositivo realiza las mediciones en un tiempo corto (5 minutos) en 3 diferentes ambientes contaminantes, siendo notable los cambios en las mediciones. Al realizarse las mediciones en un tiempo tan corto como prueba, se nota que no se llega a medir el O_3 en ninguno de los tres ambientes expuestos, ya que este contaminante se forma con la interacción de la luz y donde también interfiere el tamaño de las partículas suspendidas (Zhang et al 2019), por lo cual se considera que este contaminante se podría ver reflejado en mediciones de tiempo más prolongado.

De esta manera este artículo presenta un dispositivo de bajo costo, amigable, capaz de detectar en diferentes ambientes de polución los niveles de los contaminantes criterio en el aire, reportando al momento en gráficos que se pueden almacenar en la nube, generando de esta manera los datos necesarios para realizar un monitoreo en cualquier zona de una urbe. Por lo cual esta herramienta pudiera ser manejada por compañías, escuelas en zonas de alta densidad vehicular, oficinas y demás sectores de la sociedad para conocer en tiempo real las variaciones de los contaminantes en el aire. La herramienta es una alternativa diferente a los equipos que ya existen puesto que debido al costo y el fácil manejo estaría al alcance de todos. Las necesidades en el mundo van cambiando y no está fuera de contexto que en ciudades grandes y medianas sea necesario que la población se involucre de forma más cercana con dispositivos que midan la calidad del aire y que con los ambientes virtuales actuales se ofrezcan alternativas de medición y de historial de contaminación en zonas de interés

Referencias Bibliográficas

Badii, C., Bilotta, S., Cenni, D., Difino, A., Nesi, P., Paoli, I., Paolucci, M. (2020). High Density Real-Time Air Quality Derived Services from IoT Networks. Sensors 20 (18), 5435; https/doi.org/10.1109/OPTRONIX.2019.8862428

Banerjee, I., Naskar, R., Deb, K., Saha, D., Bhattacharjee S. y Roy, D. K. (2019). Advanced Air Quality Monitoring System Using Raspberry Pi. *2019 International Conference on Opto-Electronics and Applied Optics (Optronix)*. Kolkata, India. 2019. 1-4. https://doi.org/10.1109/OPTRONIX.2019.8862428

Barthwal, A., y Acharya, D. (2018). An internet of things system for sensing, analysis and forecasting urban air quality. 2018 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication (CONECCT). Bangalore, India. 16-17 March, 2018. 1-6.
https://doi.org/10.1109/CONECCT.2018.8482397

Bherwani, H., Nair, M., Gautam, S., Gupta, A., y Kapley, A. (2020). Valuation of air pollution externalities comparative assessment of economic damage and emission reduction under COVID-19 lockdown. Air Quality Atmosphere & Health 13 (6), 683-694.
https://doi.org/10.1007/s11869-020-00845-3

Firdaus, R., Murti, M. A., y Alinursafa, I. (2019). Air quality monitoring system-based internet of things (IoT) using LPWAN LoRa. 2019 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IoTalS). Bali, Indonesia, 5-7, November 2019.195-200
https://doi.org/10.1109/IoTaIS47347.2019.8980437

Jha, R. K. (2020) Air Quality Sensing and Reporting System Using IoT. 2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA). Coimbatore, India. 15-17 July, 2020. 790-793
https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9182796

Jo, B., y Khan R. M. A. (2018). An Internet of Things System for Underground Mine Air Quality Pollutant Prediction Based on Azure Machine Learning. Sensors 18(4) 930
https://doi.org/10.3390/s18040930

Kalia, P., y Ansari, M. A. (2020). IOT based air quality and particulate matter concentration monitoring system. Materials Today: Proceedings 32 (3), 468-475.
https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.179

Kampa, M., y Castanas, E. (2008). Human health of air pollution. Enviroment pollution 151 (2), 362-367.
https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012

Karanikolas, N. N., Liaramantzas, A., y Theodorakopoulos, L. (2018). Cheap and efficiente solar energy: software and electronics. 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI'18). Association for Computing Machinery, Athens Greece 29 November 2018 - 1 December 2018.139-143
https://doi.org/10.1145/3291533.3291566

Larasari, H., Soekirno, S., y Simanullang, R. (2020). Measurement and analysis of air quality impacts caused by CO and NO2 on Margonda Raya street Depok. Journal of Physics: Conference Series. 4th International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology. Padang, Indonesia. 14 November 2019. 1528, 012046, https://doi.org/10.1088/1742-6596/1528/1/012046

Mashuri, A. A., y Zulfa, N. (2020). Monitoring system transportation using air quality based on IOT in Semarang. Rekayasa 18 (2), 42-49.
http://dx.doi.org/10.15294/rekayasa.v18i2.27804

Menaga, S., Paruvathavardhini, J., Kalaivani, P., y Haribabu, S. (2019). Air quality monitoring system using vehicles based on the IOT. International Research Journal of Engineering and Technology 6 (3), 1034, 3250-3254

Molnár, J., Lorine, T., y Slavko, O. (2019). Design and Implementation of an intelligent air quality sensor. 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). Kremenchuk, Ukraine. 23-25 September, 2019. 74-77
https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896527

Moharana, B.K., Anand, P., Kumar, S., y Kodali, P. (2020). Development of an IoT-based Real-Time Air Quality Monitoring Device. International Conference

on Communication and Signal Processing (ICCSP). India. 28-30 July, 2020. 191-194 https://doi.org/10.1109/ICCSP48568.2020.9182330.

Roberts W. (2021). Air pollution|n and skin disorders. International Journal of Women's Dermatology 7 (1) 91-97 https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.11.001

Rodríguez-Álvarez, A. (2021). Air pollution and life expectancy in Europe: Does investment in renewable energy matter? Science of The Total Environment 792 (1), 148480 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148480

Santana, P., Almeida, A., Mariano, P., Correia, C., Martins, V., Almeida, S.M. (2021). Air quality mapping and visualisation: An affordable solution based on a vehicle-mounted sensor network. Journal of Cleaner Production 315. 128194. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128194

Saputra, M., Witjaksono, W., Puspitasari W. (2020). Utilization of Internet of Thing and Social Media in Designing a Smart System for Identification Pollution Quality of Air, Water, and Temperature. 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). Yogyakarta, Indonesia. 24-26 June, 2020. 1-6. https://doi.org/10.1109/ICoICT49345.2020.9166431

Široka, M., Piličić, S., Milošević, T., Lacalle I., y Traven L. (2021). A novel approach for assessing the ports' environmental impacts in real time – The IoT based port environmental index. Ecological Indicators 120, 106949. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106949

Vinaya, C., Krishna, T., y Ramasamy, S. (2017). Enviroment quality monitoring using ARM processor. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 14th International Conference on Science, Engineering and Technology (14th ICSET-2017). India. 2–3 May 2017. 263(5), 052020 https://doi.org/10.1088/1757-899X/263/5/052020

Zauli-Sajani, S., Marchesi, S., Pironi, C., Barbieri, C., Poluzzi, V., Colacci, A. (2021). Assessment of air quality sensor system performance after relocation. Atmospheric Pollution Research 12 (2) 282-291. https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.11.010

Zhang, J., Wei, Y., y Fang, Z. (2019) Ozone Pollution: A Major Health Hazard Worldwide. Frontiers in Immunology 10, 2518. https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02518

Zulkifli, S. A., Shukor, M. H. F. M., Razman, F. N., Wahab, M. H. A., Idrus, S. Z. S. (2020). Air Drone Pollution Monitoring System with Self Power Generation. Journal of Physics: Conference Series. The 2nd Joint International Conference on Emerging Computing Technology and Sports (JICETS). Bandung, Indonesia. 25-27 November, 2019. 1529, 022103, https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/2/022103

Diseño, construcción y control de un dron

Elohym Gerardo Gayosso Fuentes[1], Dr. Raúl Ramírez López[2], M. Teresa de Jesús Gómez Lemus[3], M. Omar Alejandro Cervantes Gloria[4].

[1] Instituto Tecnológico de Querétaro m02140640@itq.edu.mx

[2] Instituto Tecnológico de Querétaro raulramirezlopez@mail.itq.edu.mx

[3] Instituto Tecnológico de Querétaro tgomezlemus@mail.itq.edu.mx

[4] Instituto Tecnológico de Querétaro ocervantes@mail.itq.edu.mx

RESUMEN

Actualmente el Instituto Tecnológico de Querétaro no cuenta con un dron de arquitectura abierta, con ello surge la necesidad de crear un dispositivo de esta naturaleza para fines académicos y de investigación. En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un dron. Se inicia con la elección de componentes y materiales, pruebas y análisis, posteriormente se realiza el diseño estructural y electrónico, y finalmente un control básico del dron. El diseño estructural está realizado mediante SolidWorks® y el material para su construcción es ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) para impresión en 3D. En la parte electrónica se implementa una tarjeta Arduino® UNO, cuatro motores brushless, controladores electrónicos de velocidad (ESC) y hélices bipala, un sensor acelerómetro/giroscopio que detecta los movimientos de balanceo (*Roll*), Cabeceo (*Pitch*) y giro (*Yaw*) y baterías para el dron y control. Esta propuesta permitirá hacerle modificaciones y mejoras al dron en el futuro.

Palabras clave:

Arduino, brushless, dron, motor, VANT

Abstract

Currently the Technological Institute of Querétaro does not have an open architecture drone, with this arises the need to create a device of this nature for academic and research purposes. This paper presents the design and construction of a drone. It starts with the choice of components and materials, tests and analysis, then the structural and electronic design is carried out, and finally a basic control of the drone. The structural design is made using SolidWorks® and the material for its construction is ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) for 3D printing. In the electronic part, an Arduino® UNO board is implemented, four brushless motors, electronic speed controllers (ESC) and two-blade propellers, an accelerometer / gyroscope sensor that detects the movements of roll, pitch and Yaw and batteries for the drone and control. This proposal will allow modifications and improvements to be made to the drone in the future.

Keywords:

Arduino, brushless, drone, motor, UAV.

INTRODUCCIÓN

Dron es una palabra que hemos adoptado en español del inglés *drone*. Según el diccionario de la Real Academia Española: Dron. Del inglés *drone*. Aeronave no tripulada (RAE, 2023). Otro término es RPA cuya denominación procede del inglés *Remotely Piloted Aircraft*, que se traduce como Aeronave Piloteada Remotamente. Con esta definición nos referimos a un subconjunto de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) o en inglés *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) generalmente conocidos como drones (García-cabañas, J. Muñoz J. & Albares J. 2018). Los drones son aeronaves no tripuladas que representan tecnología clave y estratégica con amplias aplicaciones en el sector industrial, comercial, científico, educativo, recreativo y civil. Integran áreas tales como electrónica, mecánica, control automático, física, matemáticas, mecatrónica, robótica y programación. Poseen arquitectura electrónica con base en un microprocesador de alto desempeño, lenguajes de programación, sensores, motores, etapas de potencia, algoritmos de control, ingeniería aerodinámica,

modelado dinámico no-lineal con la interfaz necesaria para llevar a cabo el control de vuelo desde un operador en piso o plataforma.

Existen diversas formas de clasificar a los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), una clasificación se enfoca en el tipo de despegue y aterrizaje que pueden realizar de forma vertical y no vertical (Miranda, Garrido & Herrero, 2018), como se muestra en la figura 1.

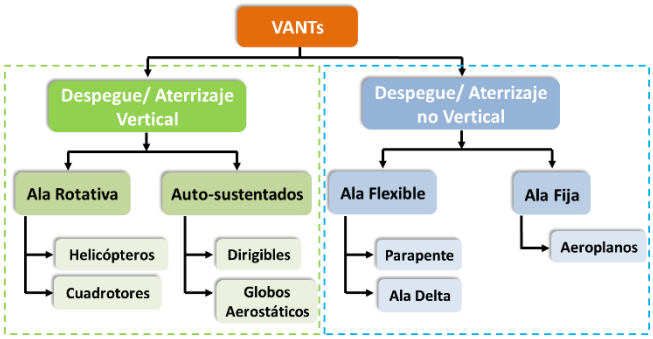


Figura 1 Clasificación de los VANT de acuerdo al tipo de despegue y aterrizaje.

En este trabajo se presentará el diseño, construcción y control de un dron del tipo cuadrotor. En el Instituto Tecnológico de Querétaro, actualmente no se cuenta con un dron de arquitectura abierta, por ello se tiene la necesidad de realizar un dron de esta naturaleza para fines académicos y de investigación, además de que en un futuro se le puedan hacer pruebas, modificaciones o mejoras. Dentro del banco de proyectos actuales en esta institución, se encuentra la propuesta para la realización de un dron con estas características, el cual se tiene contemplado que su desarrollo se realice con diferentes proyectos.

Objetivo general

Diseñar, construir y realizar el control básico de un dron para implementarlo como herramienta de enseñanza y aprendizaje.

Objetivos específicos

- Diseño conceptual del dron.
- Realizar el diseño a detalle que comprende la selección de materiales, diseño estructural, diseño electrónico y aerodinámica.
- Construir y ensamblar la parte física, mecánica y electrónica del dron.
- Realizar la etapa de comunicación y control.
- Diseñar un esquema de vuelo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el desarrollo del presente proyecto, para las fases de investigación y diseño se parte de un análisis con un enfoque de tipo cuantitativo. En la investigación cuantitativa se utiliza la recolección de datos de tipo numérico, cuyas variables a utilizar son: voltaje, corriente, potencia, tiempo, altura, distancia, velocidad, entre otras.
En las fases de construcción y control del dron se llevará a cabo un enfoque de investigación experimental, ya que las variables a implementar y controlar estarán fundamentadas con leyes y principios, cálculos y simulaciones.
Se muestra a continuación en la figura 2 un esquema de la metodología empleada para el diseño, construcción y control del dron.

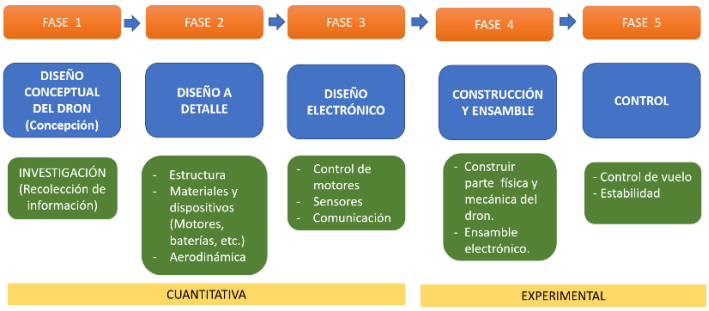


Figura 2 Metodología empleada

Se presenta a continuación en la figura 3 un diagrama a bloques de las partes que conforman el dron propuesto, se muestra en la parte central la tarjeta de control y a partir de ahí se observan las interconexiones a los controladores electrónicos de velocidad (ESC's) y motores brushless con sus hélices respectivamente, la batería que alimenta al dron, un sensor giroscopio/acelerómetro MPU6050 y los módulos de radiofrecuencia NRF24L01 así como el control remoto.

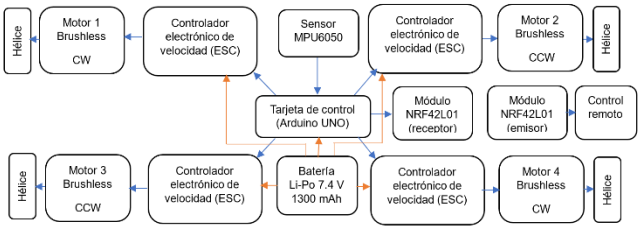


Figura 3 Diagrama a bloques de las partes del dron.

➢ Componentes para la integración del dron.

- Tarjeta de control Arduino UNO R3

La tarjeta implementada para llevar a cabo el control del dron es una tarjeta Arduino UNO R3 que se muestra en la figura 4, ya que es una placa de microcontrolador basada en el ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de las cuales 6 pueden utilizarse como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador de cerámica de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP y un botón de reinicio (Arduino UNO R3, 2022).



Figura 4 Arduino UNO R3.

En la tabla 1 se muestran las características generales de la tarjeta Arduino UNO R3 (Arduino, 2023).

Tabla 1 Características generales de Arduino UNO R3.

Características generales Arduino UNO R3
• Microcontrolador: ATMega328P
• Velocidad de reloj: 16 MHz
• Voltaje de trabajo: 5 V
• Voltaje de entrada: 7.5 a 12 V
• Pines de entrada/salida digital: 14 pines digitales (6 PWM)
• Pines de entrada analógica: 6 pines analógicos.
• 1 puerto serie por hardware.
• Memoria: 32 kB Flash (0.5 para bootloader), 2kB RAM y 1kB EEprom

- Motores brushless 2204 a 2300 KV

Los motores implementados son *brushless* 2204 de 2300 revoluciones por minuto por cada volt suministrado, este es un motor sin escobillas, está especialmente diseñado para la construcción de drones y diversos proyectos debido a su peso ligero y gran soporte. En la Figura 5 se muestra un motor CW (*Clockwise*, sentido Horario) mientras que en la figura 6 un motor CCW (*Counter-Clockwise;* sentido antihorario).



Figura 5 Motor CW



Figura 6 Motor CCW

En la tabla 2 se mencionan las características principales de este motor:

Tabla 2 Características del motor brushless 2204 a 2300 KV.

Parámetro	Valor
Velocidad RPM/V (KV)	2,300 revoluciones por minuto por cada volt suministrado.
Empuje máximo	440 G
Voltaje máximo	15 V
Corriente pico	25 A
Corriente en reposo	0.6 A
Potencia máxima	350 W
Dimensiones:	Diámetro 27.9 mm Altura 29.7 mm
Eje de la hélice:	M5*12 mm
Hélice recomendada	5” o 6” (5030)
ESC (Controlador Electrónico de Velocidad)	12 A, con BEC de 5 V
Masa	28.5 g
Batería recomendada	2S o 3S Li-Po

En la figura 7 se muestran las dimensiones del motor brushless 2204 a 2300 KV (AliExpress, 2023)

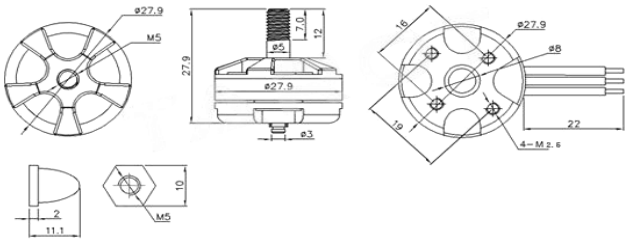


Figura 7 Dimensiones del motor brushless 2204 2300 KV

- Controlador electrónico de velocidad (ESC)

Se implementa un Controlador Electrónico de Velocidad (ESC del inglés *Electronic Speed Control*) de 12 A para llevar a cabo el control de la velocidad de cada motor brushless, este ESC cuenta con salida a BEC de 5V a 1A para alimentar a su vez a la placa Arduino. En la figura 8 se muestra el ESC utilizado para cada uno de los cuatro motores.

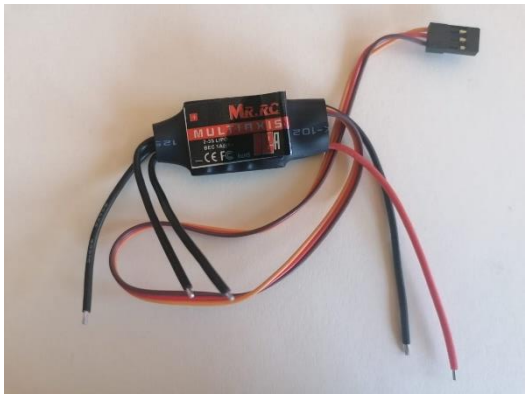


Figura 8 Controlador Electrónico de Velocidad (ESC).

Se presentan en la tabla 3 algunas características principales del Controlador Electrónico de Velocidad (ESC) 12 A, con BEC de 5V a 1 A.

Tabla 3 Características de los ESC a 12 A.

Parámetro	Valor
Corriente nominal:	12 A
Voltaje de alimentación:	LiPo 2S - 3S
BEC	Si. 5 V a 1 A
Masa:	10 g
Dimensiones:	38 mm x 20 mm x 6 mm

- Batería

Se dispone de una batería LiPo (Litio y Polimero) 2S de 7.4 V de 1300mAh como la que se muestra en la figura 9, para alimentar a los motores brushless a través de los controladores electrónicos de velocidad (ESC), así como para alimentar a la placa Arduino interconectando la salida BEC de 5V a dicha placa.



Figura 9 Batería LiPo 2S a 7.4 V.

- Sensor acelerómetro-giroscopio MPU6050 GY521

Este módulo basado en el sensor MPU6050 combina un giroscopio de 3 ejes y un acelerómetro de 3 ejes en un mismo chip, siendo así el primer sensor de movimiento que integra estas características a un bajo precio en el mercado. Integra un DMP (Procesador Digital de Movimiento) capaz de realizar complejos algoritmos de captura de movimiento de 9 ejes. Se comunica a través de una interfaz I^2C y posee una librería muy difundida para su uso inmediato. Este sensor puede entregar 6 grados de libertad e incorpora un regulador de tensión a 3.3V y resistencias pull-up para su uso directo por I^2C. En la figura 10 se muestra el sensor MPU6050 GY521 (InvenSense, 2013).



Figura 10 Sensor MPU6050 - GY521.

El giroscopio es un dispositivo que funciona para medir velocidades angulares. Muestra el cambio de rango en rotación en sus ejes X, Y y Z. como se muestra en la figura 11.

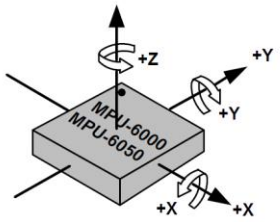


Figura 11 Ejes de rotación en el sensor MPU6050

En la tabla 4 se muestran algunas características principales de este sensor

Tabla 4 Características del sensor MPU6050 GY521

Parámetro	Valor
Chip	MPU6050
Alimentación	3 V a 5 V
Giroscopio (rango)	± 250, ±500, ±1000, ±2000°/s
Acelerómetro (rango):	± 2 ± 4 ± 8 ± 16 g
Comunicación:	I^2C
Conversor A-D	16 bits salida digital
Regulador	Integrado
Dimensiones:	2.0 cm x 1.6 cm x 0.3 cm

RESULTADOS

- Pruebas de control de velocidad a motores brushless 2204

Se realizaron pruebas a diferentes motores, entre estos al motor brushless 2204 2300 KV, en las cuales se realiza una calibración inicial y posteriormente se procede con el control de velocidad de este motor. En la figura 12 se muestra el esquemático general de conexiones para las pruebas en un motor brushless.

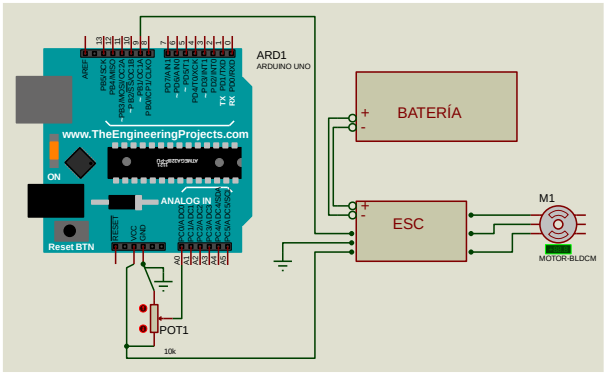


Figura 12 Esquemático general de conexiones para pruebas a un motor brushless.

La señal de salida PWM (modulación de ancho de pulso) en la tarjeta Arduino, que se utilizará para llevar a cabo el control de la velocidad para cada uno de los motores brushless, tiene un ancho de pulso cuyo recorrido va desde 1 ms a 2 ms con una frecuencia aproximada de 50 Hz y periodo de 20 ms. En la figura 13 se muestran las cuatro señales PWM en simulación con un ancho de pulso a 1ms, mientras que en la figura 14 se observan para las cuatro señales el recorrido final a 2 ms.

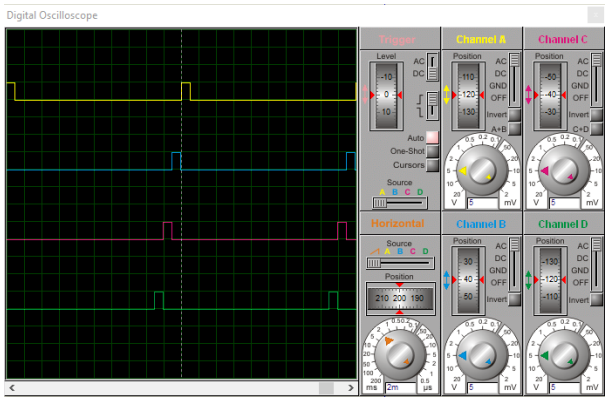


Figura 13 Señales PWM en simulador con un ancho de pulso de 1ms.

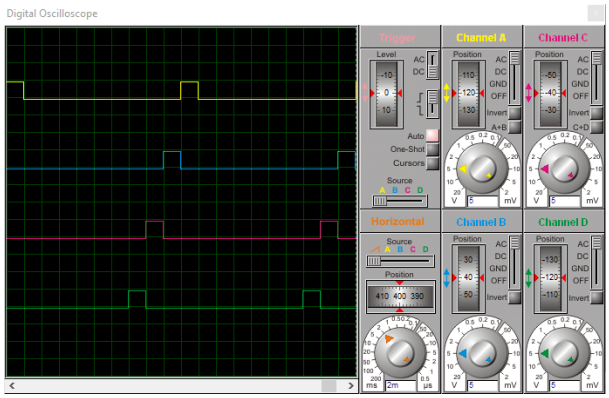


Figura 14 Señales PWM en simulador con un ancho de pulso de 2ms.

El análisis de la señal de salida PWM se realiza de forma física mediante un osciloscopio de la marca UNI-T, en la cual se pueden observar una señal con una frecuencia aproximada de 50 Hz y periodo de 20 ms y un ancho de pulso cuyo recorrido final es de 2 ms como se logra apreciar en la figura 15.

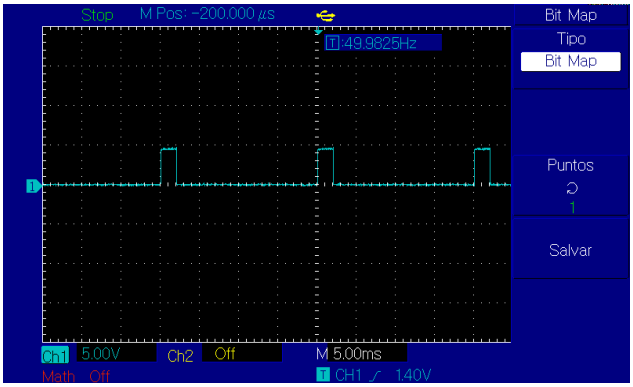


Figura 15 Señal PWM en osciloscopio con periodo de 20 ms y ancho de pulso de 2 ms.

Con esta modulación de ancho de pulso se realiza el control de velocidad para cada uno de los cuatro motores brushless del dron, en la figura 16 se muestra el esquemático general de conexión.

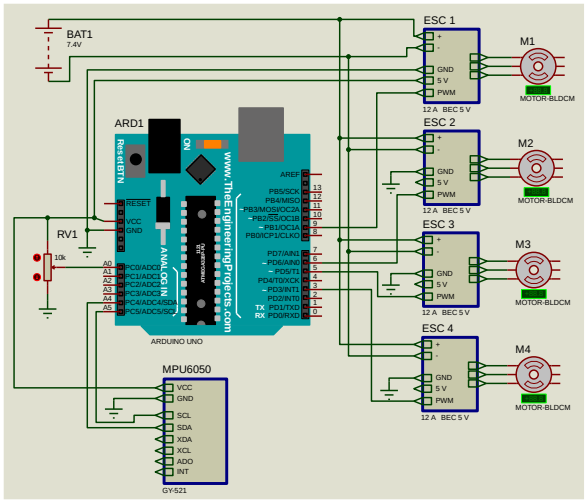


Figura 16 Esquemático general de conexión.

En este esquemático general de conexión se observa el diagrama electrónico de interconexión entre la tarjeta Arduino, los controladores de velocidad (ESC) y los motores brushless. Cada una de las cuatro señales PWM, cuyo recorrido de ancho de pulso será de 1 a 2 ms, serán enviadas a cada ESC y con ello será posible el control de velocidad de los motores brushless con los que están interconectados.

➢ Pruebas al sensor MPU6050 GY521

Se realizaron pruebas al sensor MPU6050 GY521. En la figura 17 se muestran el esquemático de conexiones.

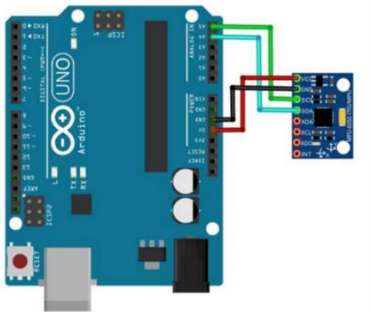


Figura 17 Conexión del Sensor MPU6050 con Arduino UNO.

- Movimientos de balanceo (*Roll*), cabeceo (*Pitch*), giro (*Yaw*).

En las siguientes imágenes se muestran los monitoreos para diferentes movimientos *Roll, Pitch, Yaw*. En la figura 18 se muestra la **posición inicial** del sensor con valores cercanos a 0 grados de inclinación para cada parámetro.

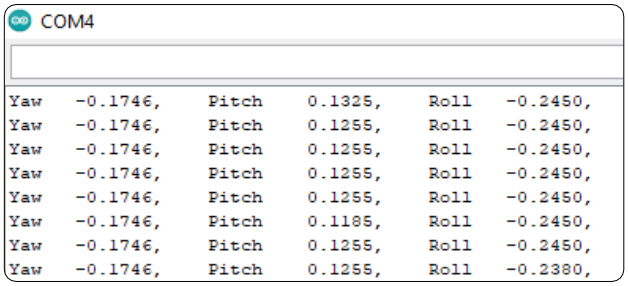


Figura 18 Valores monitoreados del sensor en la posición inicial

- Movimientos de balanceo (Roll)

En la figura 19 se muestra el monitoreo para un movimiento de balanceo a la izquierda, se observan valores aproximados de –16° cuyo ángulo de inclinación indica un balanceo del sensor hacia la izquierda

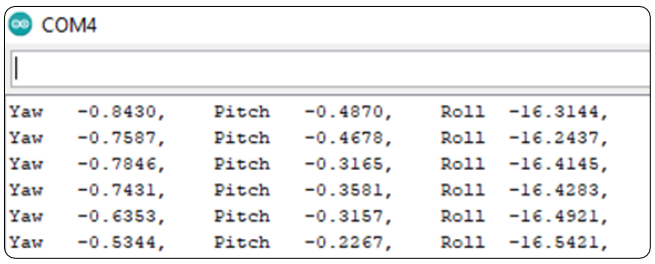


Figura 19 Valores de balanceo a la izquierda.

En la figura 20 se muestra el monitoreo para un movimiento de balanceo a la derecha con un ángulo de inclinación de 14° aproximadamente.

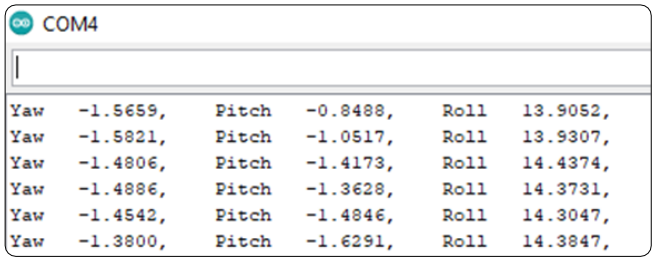


Figura 20 Valores de balanceo a la derecha.

- Movimientos de cabeceo (*Pitch*)

En la figura 21 se muestra el monitoreo para un movimiento de cabeceo hacia enfrente (elevación) en el sensor, en el cual el valor de *pitch* en la imagen se muestra un valor aproximado de 23°.

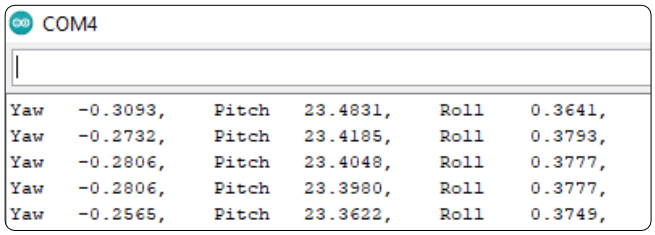


Figura 21 Valores de cabeceo hacia enfrente (elevación)

En la figura 22 se muestra el monitoreo para un movimiento de cabeceo hacia atrás (caída) con un ángulo de inclinación del sensor aproximado a 20°.

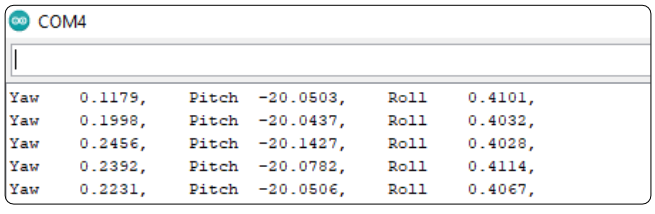


Figura 22 Valores de cabeceo hacia atrás (caída).

- Movimientos de giro o guiñada (*Yaw*)

En la figura 23 se muestra el monitoreo para un movimiento de giro (yaw) de -25° aproximadamente, cuyo valor negativo indica que el sentido es antihorario.

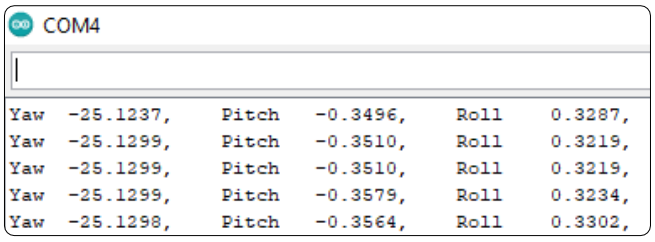


Figura 23 Valores de giro en sentido antihorario.

En la figura 24 se muestra el monitoreo del sensor para un movimiento de giro del sensor en sentido horario de 25°.

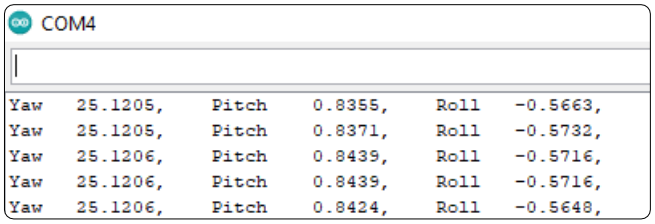


Figura 24 Valores de giro en sentido horario.

➢ Diseño de la estructura del dron.

Para el diseño de la estructura del dron se utilizó el software de SOLIDWORKS® que de acuerdo con las dimensiones de la tarjeta de control Arduino, sensor Acelerómetro/giroscopio, controladores electrónicos de velocidad, y batería, se realiza el diseño de la base del dron que soportará a estos componentes, así como los brazos del dron que soportarán los motores, en la figura 25 se muestra una vista explosionada de los elementos que constituyen la estructura principal del dron.

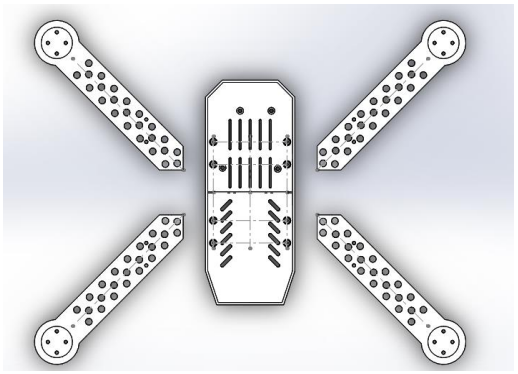


Figura 25 Diseño del dron (Vista explosionada).

Así mismo se muestra el diseño del ensamble de la estructura del dron como se aprecia en la figura 26.

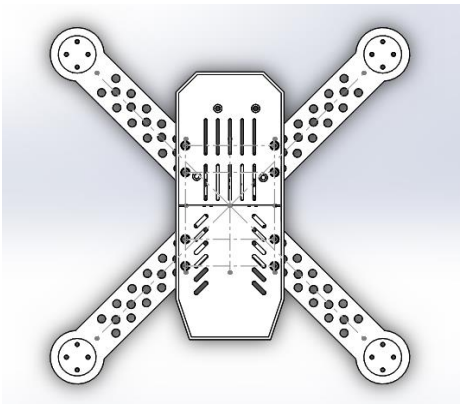


Figura 26 Diseño del ensamble del dron (vista contraída).

- Construcción física del dron.

Se realiza la impresión en 3D de la estructura central y brazos del dron, cuyo material es **plástico ABS** (Acrilonitrilo Butadieno Estireno). En la figura 27 se logra apreciar el armado de estas piezas y el montaje de algunos componentes que integran este dron.

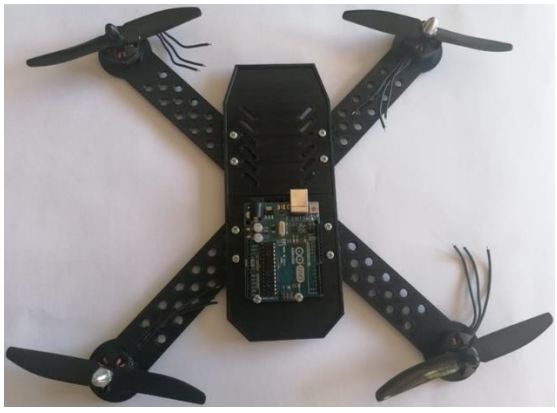


Figura 27 Estructura del dron y montaje motores brushless y tarjeta controladora.

Finalmente, en la figura 28 se observa físicamente la realización de pruebas de control de velocidad de los motores brushless montados en la estructura del dron, actualmente se están realizando pruebas conjuntamente con los demás componentes que integraran el dron para lograr el control de vuelo.



Figura 28 Pruebas de los motores brushless montados en la estructura del dron.

DISCUSIÓN

En la parte de materiales se decide la utilización para la impresión en 3D del plástico ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) en lugar del PLA (ácido poliláctico) debido a que el ABS es un plástico muy resistente al impacto (golpes), se le llama plástico de ingeniería, debido a que su elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes. Los bloques de acrilonitrilo proporcionan rigidez, resistencia a ataques químicos y estabilidad a alta temperatura.

Con respecto a motores se decidió utilizar los motores *brushless*, ya que se han analizado y realizado pruebas con otros tipos de motores desde motores de corriente continua, motores de alta velocidad sin núcleo (*coreless*), así como motores *brushless* más grandes, la desventaja de que estos últimos son más pesados y consumen mayor corriente, por ello se ha utilizado el motor *brushless* 2204 a 2300 RPM/V debido a que sus características físicas y eléctricas, se adecuan en la realización del presente proyecto

CONCLUSIONES

Desde la tarjeta Arduino UNO se logra realizar el control de velocidad de los motores brushless 2204 conectados a su controlador de velocidad ESC respectivamente. Se realizan pruebas de calibración y regulación de velocidad mediante la modulación ancho de pulso PWM, dichas

pruebas se realizaron primeramente mediante un potenciómetro y posteriormente se realizaron con un módulo Joystick.

En las pruebas del Sensor MPU6050 GY521 se tuvo un monitoreo satisfactorio en los movimientos Roll, Pitch, Yaw, ya que tenemos una respuesta rápida y con gran precisión ya que muestra repetibilidad en los monitoreos de grados de inclinación.

Se realiza el diseño de la estructura del dron, tanto la base central como los brazos del dron, ya que estos soportarán a la tarjeta de control Arduino, sensores, batería, así como a los motores brushless y controladores de velocidad respectivamente. En la construcción del dron se realiza mediante impresión en 3D con material plástico ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno). Actualmente se está trabajando con la comunicación inalámbrica que se realiza con módulos de radiofrecuencia NRF24L01 y también se trabaja con la parte de control en la cual se espera tener un dron completamente construido y funcional en el que se realicen movimientos básicos y permita obtener señales desde los sensores y poder analizarlas para que a futuro nos permita mejorar el desempeño de este dron.

REFERENCIAS

1. Real Academia Española. Dron. Recuperado de: https://dle.rae.es/dron

2. J. A. García-Cabañas Bueno, J. R. Muñoz Saife y J. Albares Jubín (2018). Guía de mantenimiento y reparación de drones (RPAS) Equipo de Formación del Club de Vuelo TAS. Madrid, España: Paraninfo.

3. Miranda C. R., Garrido M. R. A., Aguilar B. L. T., Herrero B. J. E. (2018). DRONES Modelado y Control de Cuadrotores. México: Alfaomega.

4 Arduino® UNO R3 (2022). Datasheet. Recuperado de: https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf

5. Arduino® UNO R3 (2023). Características principales. Recuperado de: https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3

6. AliExpress™. Motor Brushless 2204 2300KV. Recuperado de: Cuadricóptero con Motor sin escobillas, cuadricóptero de cuatro ejes, FPV, CW/CCW, MT2204, 2204, 2300KV, 250, QAV250, 210, 250, 280MM - AliExpress

7. InvenSense, 2013. MPU600 And MPU6050 Datasheet. Recuperado de: https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf

Efecto de los parámetros de extrusión en la formación de almidón resistente tipo 5

M. en C. Fernanda Guadalupe Castro Campos[1*,]
Asesores:
Dra. Marcela Gaytán Martínez[1]
[1]Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República, Facultad de Química Universidad Autónoma de Querétaro.
Email: *fer.castro207@gmail.com

RESUMEN

El almidón resistente tipo 5 (AR-5) se ha definido como el complejo formado por la unión de la molécula de amilosa y un ácido graso. Siendo un factor determinante el uso de almidones altos en amilosa (> 50% amilosa) para la obtención de AR-5. Recientemente se ha observado que es posible la obtención de AR-5 a partir de almidón normal de maíz (30% amilosa) usando extrusión. Sin embargo, aún no se han determinado los factores de procesamiento que puedan incrementar la formación de AR-5. Por lo que, en el presente estudio se evaluó el efecto de los parámetros de extrusión para la generación de almidón resistente tipo V. Se encontró que la humedad juega un papel determinante, junto a la temperatura y finalmente a la velocidad del tornillo para inducir la formación de estos complejos. Siendo que las condiciones que favorecen la formación de almidón resistente es temperatura final de 110-120°C, humedad de 40% y una velocidad de tornillo de 10-15 rpm, para obtener 70 % de AR-5.

Palabras clave: Almidón resistente, extrusión, complejo amilosa-lípido

ABSTRACT

Resistant starch type 5 (AR-5) has been defined as the complex formed by the binding of the amylose molecule to a fatty acid. A determining factor is the use of starches high in amylose (> 50% amylose) to obtain AR-V. It has recently been observed that it is possible to obtain AR-5 from normal corn starch (30% amylose) using extrusion. However, processing factors that may increase AR-formation have not yet been identified. Therefore, the effect of extrusion for the generation of resistant starch type 5 was evaluated in the present study. It was found that during this process feed moisture plays a determining role, together with the temperature and finally the speed of the screw to induce the formation of these complexes. Since the conditions that favor the formation of resistant starch is final temperature of 110-120°C, humidity of 40% and a screw speed of 10-15 rpm, to obtain 70% of AR-5.

Keywords: Amylose, ohmic heating, gelatinization

Introducción

El proceso de extrusión es un proceso continuo sumamente eficiente, ya que involucra varias operaciones unitarias, como el mezclado, transporte, calentamiento y formado del producto. Dada la eficiencia que tiene el proceso de extrusión, es utilizado ampliamente en la industria de los alimentos (Ajita and Jha, 2017).

Sin embargo, es un proceso complejo, por lo que se deben controlar varios factores, como el volumen de alimentación, la temperatura, velocidad de tornillo y el tipo de formado que se tendrá; así como la humedad y composición química del alimento. A partir del control de los factores se obtendrán características específicas en el alimento elaborado (Šárka and Dvořáček, 2017). En ese sentido se ha visto, que uno de los factores más importantes es la configuración del tornillo (Panyoo and Emmambux, 2019), ya que es donde se llevará a cabo el cizallamiento de la muestra, permanencia y calentamiento de esta. Por lo cual, la velocidad de giro tendrá un efecto en el producto final.

Por otro lado, el proceso de extrusión ha mostrado gran eficacia en el procesamiento de alimentos a base almidones, ya que se ha visto que es capaz de fraccionar el almidón y asimismo llevar a cabo la gelatinización de éste. Por el efecto de la temperatura

y trabajo mecánico genera el rompimiento de los gránulos de almidón y libera las moléculas de amilosa y amilopectina causando la dextrinización de ambas moléculas (Šárka and Dvořáček, 2017).

Tal fenómeno permite que las fracciones de almidón, formadas por el cizallamiento y a su vez la temperatura durante el proceso de extrusión, puedan interactuar con otros compuestos, como ácidos grasos libres permitiendo la formación de complejos almidón-lípido (Cervantes-Ramírez et al., 2020).

Los complejos formados por almidón-lipido, se denominan como almidón resistente (RS) tipo 5. Tal almidón resistente se define como la fracción de almidón que es capaz de resistir la digestión enzimática del tracto gastrointestinal. Debido a que su resistencia esta en función de diversos factores, se subdivide en 5 categorías: RS1, almidón dentro de las paredes celulares, RS2 es el almidón nativo protegido por su estructura compacta, RS3 es el que se obtiene por el proceso de gelatinizado, RS4, es el almidón resultado de eterificación, esterificación y reticulación y RS-5, se le llama al complejos amilosa-lípido (Öztürk y Mutlu, 2019; Raigond et al., 2015). Este último, se visto que puede generar por medio de la extrusión de almidón y ácidos grasos .

Sin embargo, a pesar de que el proceso de extrusión, ha demostrado la capacidad para obtener almidón resistente (Cervantes-Ramírez et al., 2020), no se ha estudiado el efecto de las condiciones de procesamiento para su formación. Por lo que, el control de las variables del proceso permitiría favorecer la formación de los complejos de AR tipo V.

Por ello, el objetivo del presente trabajo Estudiar el efecto de la temperatura, velocidad de tornillo y humedad del almidón de maíz en la formación de almidón resistente tipo V mediante un proceso termo mecánico, así como evaluar su contenido de almidón resistente

2.1 Material biológico

Se utilizó almidón comercial normal de maíz (30% amilosa) Ingredion ® (Fabricante Ingredion, ciudad de México, México). Ácido esteárico (La Guadalupana ®).

2.2 Obtención de almidón resistente tipo V mediante extrusión

La obtención de AR-5, mediante extrusión se obtuvieron a partir de 120 g de almidón de maíz a los cuales se les añadió 10% del peso del ácido esteárico, con una humedad determinada (Tabla 1). Para ello, se colocó el 10% p/p del ácido esteárico en un vaso de precipitados y se disolvió en la mitad del agua caliente que según el diseño de experimentos. Una vez que el ácido graso se fundió, se agregaron los 120g de almidón de maíz y se homogenizó con un instrumento de mezcla manual durante 5 min. Finalmente se agregó el agua faltante para alcanzar el porcentaje de humedad para cada tratamiento y se homogenizó por 5 min.

Una vez obtenidas las muestras, fueron procesadas por extrusión. Se alimentó manualmente cada muestra al extrusor (patente MX/a/2007/016262) de tornillo simple y se hizo salir a través de un dado con forma circular de aproximadamente 5 mm de diámetro (Cervantes-Ramírez et al., 2020) .

Las condiciones de extrusión fueron determinadas mediante un diseño factorial, en el cual se evaluó velocidad del tornillo, humedad del alimento, temperatura (zona 2), obteniendo el diseño que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño factorial para la obtención de almidón resistente tipo V

	Tratamiento	Velocidad de tornillo (rpm)	Humedad (%)	Temperatura (°C)
Porción Factorial	1	10	25	100
	2	20	25	100
	3	10	40	100

	4	20	40	100
Porción Factorial	5	10	25	120
	6	20	25	120
	7	10	40	120
	8	20	40	120
Puntos centrales	9	15	32.5	110
	10	15	32.5	110
Puntos estrella	11	7	32.5	110
	12	23	32.5	110
	13	15	20	110
Puntos estrella	14	15	45	110
	15	15	32.5	93
	16	15	32.5	127
Puntos centrales	17	15	32.5	110
	18	15	32.5	110

2.3 Determinación del índice de acomplejamiento

El índice de acomplejamiento (IC) se midió de acuerdo con el método descrito por Chao et al., (2018). Los pellets obtenidos de las mezclas de almidón y lípidos se pesaron (0.4 g) en tubos de falcón de 50 ml, posterior a eso se añadió agua destilada hasta un peso total de 5 g. Después se agitó con vórtex, las suspensiones homogéneas se calentaron en un baño de agua hirviendo con agitación ocasional durante 10 minutos o hasta que el almidón se gelatinice por completo. Se enfriaron a temperatura ambiente, posteriormente se añadieron 25 ml de agua destilada a las muestras gelatinizadas. Los tubos se agitaron nuevamente con vórtex durante 2 min, pasado el tiempo se centrifugaron las muestras a 3000 xg durante 15 min. Finalmente se transfirió una alícuota (500 µL) del sobrenadante a un tubo de ensayo y se mezclará con 15 mL de agua destilada y 2 mL de solución de yodo (2.0% KI y 1.3% I2 en agua destilada). La absorbancia UV fue medida a 620 nm. Se utilizó el almidón nativo como referencia. El IC se calculó según la fórmula

$$\mathrm{CI}(\%) = 100 \times (\mathrm{Abs}_{\mathrm{reference}} - \mathrm{Abs}_{\mathrm{starch-lipid}})/\mathrm{Abs}_{\mathrm{reference}}$$

Donde Abs $_{\text{referencia}}$ es la absorbancia de la solución del almidón de regencias, Abs $_{\text{starch-lipid}}$ es la absorbancia de la mezcla de almidón-lípido.

2.4 Cuantificación de almidón resistente, rápida y lenta digestión

La cuantificación de almidón de rápida, lenta digestión y almidón resistente, se llevó a cabo por una digestión *in vitro,* según el método descrito por Ding et al. (2019) con algunas modificaciones. Se colocaron 100 mg de cada almidón y de los complejos almidón-lípido obtenidos, en un tubo de centrífuga con 12 mL de tampón acetato de sodio (pH = 5,2 La mezcla se colocó en un vórtice durante 20 segundos. Posteriormente se tomó una alícuota de 0,5 mL, dijo la alícuota. se denominó FG (Glucosa libre). Luego se agregaron 100µL de α-amilasa pancreática y 300 µL de amiloglucosidasa. Una vez agregadas las enzimas, la mezcla se incubó con agitación constante a 37 ° C. Luego, se tomaron alícuotas de 0.5 mL a 20, 120 y 180 min. Una vez tomada la alícuota, se centrifugaron 4,5 ml de etanol (99%) a 3000 rpm durante 10 min. Finalmente, se midió la glucosa libre utilizando el kit de glucosa-peroxidasa (GOGA20, Sigma Aldrich). La muestra se determinó por triplicado, y los porcentajes de almidón de digestión rápida (RSD), digestión lenta del almidón (SDS) y almidón resistente (RS), se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$\%RSD = \left(\frac{(G_{20} - FG)}{TS}\right) x\ 0.9\ x\ 100$$

$$\%SDS = \left(\frac{(G_{120} - G_{20})}{TS}\right) x\ 0.9\ x\ 100$$

$$\%RS = \left(\frac{TS - RSD - SDS)}{TS}\right) x\ 0.9\ x\ 100$$

Donde FG representa el contenido de glucosa libre, G20 fue el contenido de glucosa liberada (mg)

después de 20 min de incubación, G120 fue el contenido de glucosa liberada (mg) a los 120 min y TS, representa la glucosa total liberada (mg) después de 180 min.

2.6 Diseño y análisis de experimentos

Se utilizó una ANDEVA de una vía (análisis de varianza) con un nivel de confianza del 95% y las medias fueron comparadas por el método de Tukey.

Para determinar el efecto de las variables en la formación de almidón resistente tipo 5 por extrusión, se elaboró un diseño factorial central compuesto, en el cual se evaluó velocidad del tornillo, humedad del alimento, temperatura (zona 2) y se realizó un análisis estadístico mediante un método de superficie respuesta Minitab 16.

3. Resultados y discusiones

3.1 Índice de acomplejamiento

Para determinar si existe una interacción del almidón con el ácido graso, se realizó evaluó el índice de acomplejamiento, ya que es una medición indirecta sobre la interacción de las moléculas de amilosa/amilopectina con los ácidos grasos. En la Figura 1 se muestran los porcentajes obtenido de los índices de acomplejamiento de los diferentes tratamientos para la obtención de almidón resistente tipo 5 por extrusión.

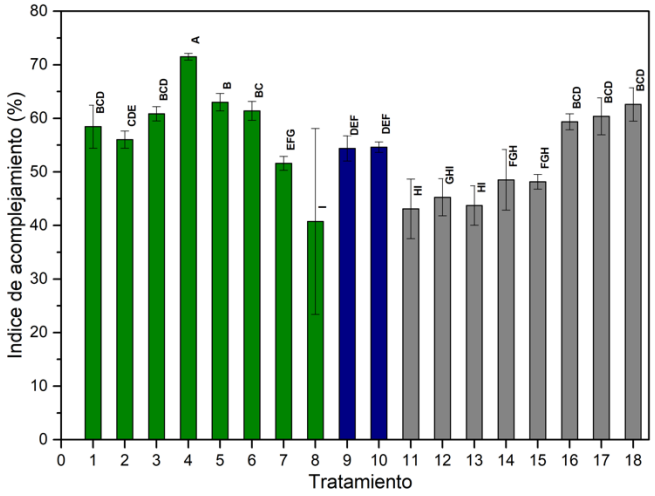


Figura 1. Índice de acomplejamiento del almidón resistente obtenido por extrusión. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

Las variables que tuvieron efecto sobre el índice de acomplejamiento fue la temperatura y la humedad sobre el complejo. En la Figura 1, se muestra que existe que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($p<0.05$), es decir, el tratamiento de extrusión permite la interacción de los biopolímeros del almidón (amilosa/amilopectina) con el ácido esteárico.

Se ha reportado que existe la interacción amilosa-lípidos mediante extrusión usando almidón de maíz (Cervantes-Ramírez et al., 2020). Los autores atribuyen la formación al efecto conjunto de la temperatura y el cizallamiento que permiten la gelatinización, lo que hace que las moléculas de amilosa se lixivien además de la hidrólisis de las moléculas de amilopectina, por lo que se encuentran disponibles para interactuar con los ácidos grasos (Gutiérrez and Tovar, 2021; Lau et al., 2016; Rosicka-Kaczmarek et al., 2017; Santiago-Ramos et al., 2017).

Lo anterior corresponde con los resultados encontrados. Sin embargo, es importante mencionar que en la presente investigación se usó extrusión de alta humedad lo cual aumentó el efecto de la temperatura y cizallamiento, lo cual contribuyen con la formación del complejo.

3.2 Contenido de almidón resistente, de lenta y rápida digestión

En la Figura 2 se presentan los porcentajes de almidón resistente (AR), almidón de lenta digestión (ALD) y almidón de rápida digestión (ARD), formado a partir de los complejos amilosa/amilopectina-ácido esteárico procesado con diferentes condiciones de extrusión.

Se puede observar que el almidón normal de maíz, en su forma nativa tiene un porcentaje de ARD mayor al 90% y AR de 1.6%. Por otro lado, después agregar el ácido esteárico y dependiendo de las condiciones de

extrusión el porcentaje de ARD disminuye significativamente hasta un 50%.

Por otro lado, se incrementó el contenido de AR hasta en un 70%, dependiendo de las condiciones de extrusión. Se puede hipotetizar que dependiendo de las condiciones de extrusión, se tienen diferentes porcentajes de gelatinización así como dextrinización de las moléculas de amilosa y amilopectina, lo que puede generar cadenas polímeros de glucosa de menor peso molecular, respecto con la amilopectina, lo que permite interactuar con el ácido graso, repercutiendo en el contenido de AR. La molécula de amilopectina tiene una menor capacidad complejante debido a las longitudes de las cadenas que forman las ramas de amilopectina, lo que genera un impedimento estérico (Wang et al., 2016). Sin embargo, el proceso de extrusión permite que la interacción entre las moléculas de amilopectina y ácido esteárico pueda darse debido a la formación de fracciones más pequeñas de amilosa/amilopectina dado por el cizallamiento y el efecto de la temperatura, genera una la abertura de hélice, permitiendo la inclusión del ácido graso (Luo et al., 2020).

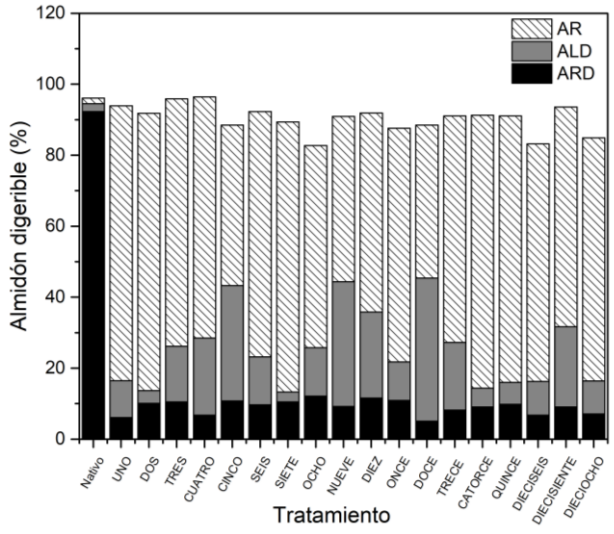


Figura 2. Contenido de almidón resistente, almidón de lenta y rápida digestión obtenido mediante extrusión.

3.3 Efecto de los parámetros de extrusión en la formación de almidón resistente tipo 5

En la Figura 3 se presentan las gráficas de superficie respuesta del contenido de almidón resistente, respecto a las variables independientes (velocidad de tornillo, humedad y temperatura). De acuerdo con el análisis estadístico, se observó que el factor que tiene efecto es la temperatura y la interacción con la humedad del alimento ($p<0.05$). Siendo que, al tener una mayor temperatura y mayor proporción de agua, se observa una hidrolisis térmica del almidón, permitiendo su interacción con el ácido graso.

Por otro lado, se observó que la velocidad del tornillo no mostró tener un efecto significativo, pero mostró una interacción con el porcentaje de humedad ($p<0.05$).

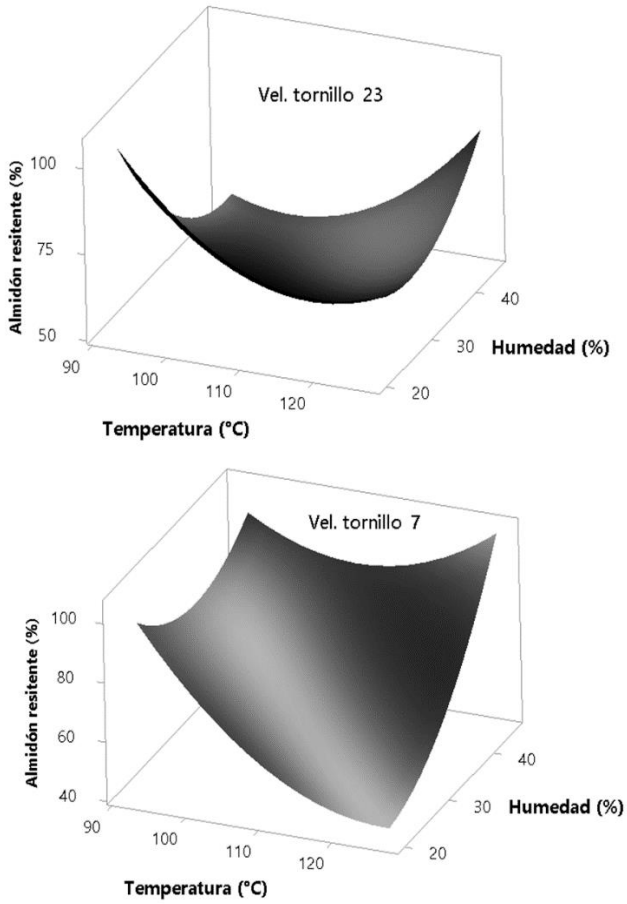


Figura 3. Superficie respuesta para la formación de almidón resistente tipo V, obtenido por extrusión

En ese sentido se puede observar (Figura 3) que al tener una alta velocidad de tornillo se requiere una menor humedad y temperatura (<120°C) para incrementar el contenido de AR-V. Lo anterior, puede asociarse al tiempo de residencia del alimento y que una mayor velocidad de tornillo genera mayor cizallamiento, dado como resultado mayor dextrinización y en consecuencia mayor interacción con el ácido graso (Luo et al., 2020).

Por lo anterior se puede decir que el tamaño de las moléculas generado por alta temperatura y humedad, así como la cizalla, permiten la inclusión del ácido graso, por lo que un mayor tiempo de reacción, repercutiendo en la formación de AR-V.

Tabla 2. Tratamientos con el mayor porcentaje de almidón resistente tipo V

Tratamiento	Velocidad de tornillo (rpm)	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Almidón resistente (%)
Nativo				1.6 ± 0.2
2	20	25	100	78.1 ± 0.65 [a]
7	10	40	120	74.1 ± 1.2 [b]
14	15	45	110	73.6 ± 1.4 [bc]

Se muestra la media ± desviación estándar de dos replicas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

Finalmente, en la Tabla 2 se presentan los tratamientos con mayor cantidad de almidón resistente formado, por medio de extrusión. En los cuales se observa que corresponde con lo encontrado en el análisis de superficie respuesta, ya que el tratamiento 7 y 14, requieren velocidades bajas de tornillo (10 y 15 rpm respectivamente), pero la temperatura y la de humedad son mayores, en comparación con el tratamiento 2, que tiene una alta velocidad de tornillo (20 rpm), con humedad baja (25 %) y la temperatura de igual modo, es menor (100 °C). Siendo que el efecto principal de los factores de extrusión es la hidrólisis del almidón, que en la extrusión, este fenómeno puede darse por efecto térmico o bien de manera mecánica.

5. Conclusiones

El proceso de extrusión es una tecnología que permite la formación de almidón resistente tipo V de manera eficiente. Ya que es capaz de modificar las propiedades térmicas y estructurales del almidón. Por lo que, el control de los parámetros de procesamiento (velocidad de tornillo, humedad del alimento y temperatura), tiene un efecto en el porcentaje de almidón resistente tipo V formado.

La temperatura y el porcentaje de humedad de la muestra tuvieron efecto significativo en la formación de almidón resistente. Además, se observó un efecto significativo en la interacción entre ambos factores (porcentaje de humedad de la muestra y temperatura). Por lo que las condiciones que favorecen la formación de almidón resistente fueron: temperatura final de 110-120°C, humedad de 40% y una velocidad de tornillo de 10-15 rpm.

Referencias

Ajita, T., Jha, S.K., 2017. Extrusion cooking technology: Principal mechanism and effect on direct expanded snacks – An overview. Int. J. Food Stud. 6, 113–128. https://doi.org/10.7455/ijfs/6.1.2017.a10

Cervantes-Ramírez, Cabrera-Ramírez, A., Morales-Sánchez, E., Rodríguez-García, M.E., Reyes-Vega, M. de la L., Ramírez-Jiménez, A.K., Contreras-Jiménez, B., Gaytán-Martínez, M., 2020. Amylose-lipid complex formation from extruded maize starch mixed with fatty acids. Carbohydr. Polym. In Press, 116555. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116555

Cervantes-Ramírez, J.E., Cabrera-Ramirez, A.H., Morales-Sánchez, E., Rodriguez-García, M.E., Reyes-Vega, M. de la L., Ramírez-Jiménez,

A.K., Contreras-Jiménez, B.L., Gaytán-Martínez, M., Cabrera-Ramírez, A., Morales-Sánchez, E., Rodríguez-García, M.E., Reyes-Vega, M. de la L., Ramírez-Jiménez, A.K., Contreras-Jiménez, B.L., Gaytán-Martínez, M., 2020. Amylose-lipid complex formation from extruded maize starch mixed with fatty acids. Carbohydr. Polym. 246, 116555. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116555

Ding, Y., Luo, F., Lin, Q., 2019. Insights into the relations between the molecular structures and digestion properties of retrograded starch after ultrasonic treatment. Food Chem. 294, 248–259. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.050

Gutiérrez, T.J., Tovar, J., 2021. Update of the concept of type 5 resistant starch (RS5): Self-assembled starch V-type complexes. Trends Food Sci. Technol. 109, 711–724. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.078

Lau, E., Zhou, W., Henry, C.J., 2016. Effect of fat type in baked bread on amylose-lipid complex formation and glycaemic response. Br. J. Nutr. 115, 2122–2129. https://doi.org/10.1017/S0007114516001458

Lee, M.H., Kim, H.R., Lim, W.S., Kang, M.C., Choi, H.D., Hong, J.S., 2021. Formation of debranched wheat starch-fatty acid inclusion complexes using saturated fatty acids with different chain length. Lwt 141, 110867. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110867

Öztürk, S., Mutlu, S., 2019. Physicochemical Properties, Modifications, and Applications of Resistant Starches, Starches for Food Application. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809440-2.00008-3

Raigond, P., Ezekiel, R., Raigond, B., 2015. Resistant starch in food: A review. J. Sci. Food Agric. 95, 1968–1978. https://doi.org/10.1002/jsfa.6966

Rosicka-Kaczmarek, J., Kwaśniewska-Karolak, I., Nebesny, E., Komisarczyk, A., 2017. The Functionality of Wheat Starch. Starch Food Struct. Funct. Appl. Second Ed. 325–352. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100868-3.00008-1

Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J. de D., Véles-Medina, J.J., Mariscal-Moreno, R.M., 2017. Changes in the thermal and structural properties of maize starch during nixtamalization and tortilla-making processes as affected by grain hardness. J. Cereal Sci. 74, 72–78. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.01.018

Šárka, E., Dvořáček, V., 2017. New processing and applications of waxy starch (a review). J. Food Eng. 206, 77–87. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.03.006

Sun, S., Jin, Y., Hong, Y., Gu, Z., Cheng, L., 2021. Food Hydrocolloids Effects of fatty acids with various chain lengths and degrees of unsaturation on the structure , physicochemical properties and digestibility of maize starch-fatty acid complexes. Food Hydrocoll. 110, 106224. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106224

Wang, Shujun, Wang, J., Yu, J., Wang, Shuo, 2016. Effect of fatty acids on functional properties of normal wheat and waxy wheat starches: A structural basis. Food Chem. 190, 285–292. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.086

Composición y percepción sensorial de tomates de sustratos orgánicos

Cortés Cuán Manuel Alberto[1], Castaño Tostado Eduardo[1], Vázquez Landaverde Pedro[2], Rivera Pastrana Dulce María[1], Aguayo Giménez Encarnación[3], Vázquez Barrios Ma Estela[1].
1. Universidad Autónoma de Querétaro.
2. Centro de investigación en ciencia aplicada y tecnología avanzada. Instituto Politécnico Nacional, Querétaro.
3. Universidad Politécnica de Cartagena.
cortesc3311@gmail.com
Tel.: (+52) 4427873900.

Resumen- Aunque los comercializadores enfatizan atributos como color, tamaño, firmeza y grados Brix (°Bx) - asociados con dulzor -, los consumidores priorizan el olor y sabor (≈flavor), elementos sensoriales que pueden ser modulados por distintos factores agronómicos, como el tipo de sustrato utilizado en el cultivo. Se observó que, a pesar de que los °Bx pueden indicar la cantidad de azúcares, no siempre se correlacionan con la percepción de dulzor, implicando que otros componentes influyen en dicha percepción. Además, las características sensoriales están directamente relacionadas con la composición química, por lo que esta investigación busca establecer una relación entre la percepción sensorial y la composición de tomates cultivados convencionalmente en sustratos de coco (SC) y yuca (SY). Se evaluó la percepción sensorial de tomates a través de un análisis descriptivo cuantitativo y se identificaron 11 descriptores sensoriales, donde los frutos producidos en sustrato de coco (FC) sobresalieron por su dulzura y aroma dulce y frutal, mientras que los producidos en sustrato de yuca (FY) se caracterizaron por un aroma verde y un amargor significativamente mayor (p-valor=0.045). Fisicoquímicamente, frutos de ambos sustratos muestran °Bx similares (FC=9±0.7 y FY=9.1±0.07); aunque muestran diferencias en firmeza (p- valor=0.01) con promedios de FC= 4.3±0.9 y FY=4.9±0.8 N; además de azúcares reductores (p-valor=0.0001) con promedios de FC=40±8.6 y FY=33.5±9.4 mg/g. Fitoquímicamente, existe diferencia significativa para el contenido de licopeno (p-valor=0.03), con valores promedio de FC=22.3±5.1 y FY=25.9±9 mg/100g.

Palabras clave: Tomate grape, sensorial, composición química.

Abstract- Although marketers emphasize attributes such as color, size, firmness, and Brix degrees (°Bx) - associated with sweetness -, consumers prioritize scent and flavor, sensory elements that can be modulated by various agronomic factors, such as the type of substrate used in cultivation. It was observed that, although °Bx can indicate the amount of sugars, they do not always correlate with sweetness perception, implying that other components influence this perception. Moreover, sensory characteristics are directly related to chemical composition, so this research seeks to establish a relationship between sensory perception and the composition of tomatoes conventionally grown in coconut and yucca substrates. The sensory perception of tomatoes was through a quantitative descriptive analysis, and 11 sensory descriptors were identified, where coconut fruits (FC) stood out for their sweetness and sweet and fruity aroma, while yucca fruits (FY) were characterized by a green aroma and significantly higher bitterness (p-value=0.045). Physicochemically, fruits from both substrates show similar °Bx (FC=9±0.7-FY=9.1±0.07); although they show differences in firmness (p-value=0.01) with averages of FC=4.3±0.9 and FY=4.9±0.8 N; in addition to reducing sugars (p-value=0.0001) with averages of FC=40±8.6 and FY=33.5±9.4 mg/g. Phytochemically, there is a significant difference in lycopene (p-value=0.03), with average value of FC=22.3±5.1 and FY=25.9±9 mg/100g.

Keywords: Grape tomato, sensory evaluation, chemical composition.

1. Introducción

México es el país número uno en exportaciones de tomate, con su producción mayoritariamente destinada a Estados Unidos y Canadá (SIAP, 2021). Actualmente los parámetros de exportación están definidos por los requerimientos del país de destino (FAO, 2008), así como de normatividad mexicana (SAGARPA, 2005) . Esta normatividad tiene como objetivo cumplir con ciertos parámetros medibles que aseguren la inocuidad y calidad de un producto; sin embargo, el concepto de calidad en tomate es amplio. La calidad sensorial es el parámetro decisivo en la compra del tomate para consumo en fresco (Pérez-Marín et al., 2021) y está definida por en una red multisensorial, donde entran en juego los 5 sentidos (oído, olfato, tacto, vista y gusto). La percepción del "sabor" y "aroma" del tomate, se ha enfatizado en estudios sensoriales (Hoppu et al., 2021), aunque en la última década, la atención si ha dirigido más hacia temas de vida útil y calidad visual, dejando la calidad nutricional y sensorial en un discreto segundo plano (Sinesio et al., 2021).

Para el tomate la calidad sensorial depende de varios factores altamente correlacionados, en donde convergen la composición del tomate, con la experiencia sensorial del consumidor (Beckles, 2012). Se ha reportado la relevancia de las interacciones entre metabolitos primarios, tales como ácidos orgánicos y azúcares, los cuales están asociados a las propiedades organolépticas –dulzura, acidez, y sabor general– e influyen en la percepción de calidad (Malundo et al., 1995).

Desde una perspectiva de sustentabilidad, investigaciones previas en nuestro grupo de trabajo han explorado la producción de alimentos utilizando el cultivo de pepino como modelo para la incorporación de residuos agroindustriales, como la fibra de yuca. Dichos estudios han arrojado resultados positivos en términos de rendimiento y calidad en general (Zúñiga López, 2022) .Sin embargo, falta investigar a detalle acerca de cómo el tipo de sustrato orgánico empleado puede afectar tanto la composición como la calidad sensorial. Se ha señalado que estos sustratos pueden influir en la síntesis de metabolitos secundarios, que están relacionados con beneficios para la salud humana y con la mejora de las propiedades (Coyago-Cruz et al., 2018). Por esta razón es necesario asociar la parte sensorial con la composición y evaluar el efecto sustratos orgánicos en su composición. Con esto se busca contribuir a la disminución de pérdidas económicas relacionadas con el rechazo del producto y buscar formas sustentables de producir alimentos.

2. Metodología

Frutos de tomate tipo "Grape", cultivados convencionalmente en sustratos de coco y yuca, se adquirieron en su estado de madurez comercial a través de la empresa CEICKOR®. Para llevar a cabo el estudio, se dividieron las muestras en dos grupos: una se destinó para los análisis fisicoquímicos y el análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA), mientras que otra parte se congeló a -70 °C para análisis fitoquímico. El proceso de selección y entrenamiento de los panelistas se llevó a cabo meticulosamente. Inicialmente, se realizaron pruebas destinadas a identificar posibles incapacidades para detectar compuestos. Luego, se llevaron a cabo pruebas de agudeza sensorial, seguidas de evaluaciones diseñadas para analizar la capacidad de los candidatos para describir percepciones sensoriales, de acuerdo con las directrices establecidas por la Asociación Española de Normalización y Certificación en 1995. Además, se efectuaron pruebas de umbrales para sabores básicos con el propósito de determinar los niveles de detección y reconocimiento. Una vez que se calibró el panel, se procedió a la evaluación de las muestras. Se empleó una escala bipolar de 15 cm, donde 0 cm indicaba la ausencia de percepción del atributo,

y 15 cm representaba la máxima percepción del mismo. Después de calibrar el panel, la evaluación incluyó la revisión de dos muestras de frutos de coco (FC) y dos muestras de frutos de yuca (FY) en cada sesión. Estas cuatro muestras se presentaron en recipientes de plástico con códigos aleatorios de tres dígitos, proporcionando galletas sin sabor y agua natural como elementos para limpiar el paladar entre muestras. La caracterización fisicoquímica se realizó según los métodos oficiales (AOAC, 1990); color usando un colorímetro KONICA MINOLTA modelo CM-600d con iluminante D65 y observador a 10° (CIE L a*b*, 1976); la textura con un texturómetro BROOKFIELD® modelo CT325 con una deformación del 5 %; el pH (AOAC 981.12); los SST (AOAC 932.12); la acidez titulable (AOAC 942.15); los azúcares reductores (método de DNS; Miller, 1959). Los análisis fitoquímicos comprenden el licopeno con un extracción en hexano y la lectura de absorbancia a 503 nm (espectrofotometría).

Análisis estadístico

Los resultados de los análisis QDA, fisicoquímicos y fitoquímicos se sometieron a un análisis de varianza, seguido de una comparación medias utilizando la prueba HSD de Tukey ($\alpha = 0,05$); utilizando el paquete estadístico RStudio versión 4.2.1. Los datos se presentan como la media ± la desviación estándar, y las letras distintas señalan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

3. Resultados y discusión

A. Análisis QDA

El panel sensorial consistió de 12 panelistas (5 hombres y 7 mujeres) entre 22-35 años. El entrenamiento de los panelistas fue extenso, abarcando un periodo de 5 meses, y se centró no solo en familiarizarlos con los atributos sensoriales generales sino también en educarlos acerca de los estándares de calidad de los tomates, específicamente aquellos establecidos por la USDA. Esta estrategia educativa se implementó para alinear las percepciones y evaluaciones del panel con los estándares industriales reconocidos, lo que permite que los hallazgos del estudio sean más aplicables y pertinentes en un contexto comercial y regulatorio. En base al vocabulario impartido y a la frecuencia de palabras utilizadas para describir los productos de tomate, se definieron los descriptores mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Descriptores de tomate definidos por panel QDA.

DULZOR	**La sensación del sabor fundamental típica de la sacarosa.**
ACIDEZ	**La sensación de sabor fundamental típica del ácido cítrico.**
AMARGOR	**La sensación de sabor fundamental típica de la cafeína.**
SALADO	**El sabor fundamental típico del cloruro de sodio en el agua.**
UMAMI	**Sabor plano y salado, a veces asociado con productos cárnicos y que se percibe naturalmente en productos como el glutamato monosódico.**
FIRMEZA	**Fuerza necesaria para deformar el fruto y que se asocia con la madurez.**
BRILLO	**La refracción de la luz sobre la superficie del fruto.**
ASTRINGENTE	**La sensación de sequedad, fruncimiento en la lengua y otras superficies de la boca.**
AROMA VERDE	**Un aromático verde asociado con materiales vegetales inmaduros o no completamente desarrollados; caracterizado por aumento agrio, astringente y amargo.**
AROMA FLORAL	**Impresión dulce, ligera y ligeramente perfumada asociada con las flores**
AROMA DULCE/FRUTAL	**Aromáticos asociados a la impresión de sustancias dulces como frutas o flores. (Nota: Esto se refiere a los aromáticos de la dulzura en lugar del sabor dulce).**

La Figura 1 representa los perfiles sensoriales de los tomates cultivados en dos tipos de sustratos: coco (FC) y yuca (FY). A simple vista, estos perfiles parecen mostrar similitudes entre los frutos procedentes de ambos sustratos, ya que atributos como dulzura, aroma dulce/frutal, acidez, firmeza y brillo no revelaron diferencias significativas. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en el atributo del amargor, que resultó ser mayor en los FY (p-valor=0.045). Estos tomates presentaron, en promedio, una calificación un 5.8% superior en amargor en comparación con los FC. Este hallazgo sugiere que ciertas variables están siendo influenciadas por el tipo de sustrato utilizado en el cultivo de los tomates.

Específicamente, los FC obtuvieron puntuaciones más altas en dulzura y aroma dulce/frutal, mientras que los FY mostraron una tendencia hacia una mayor acidez, amargor, firmeza y brillo, aunque estas diferencias no alcanzaron significación estadística.

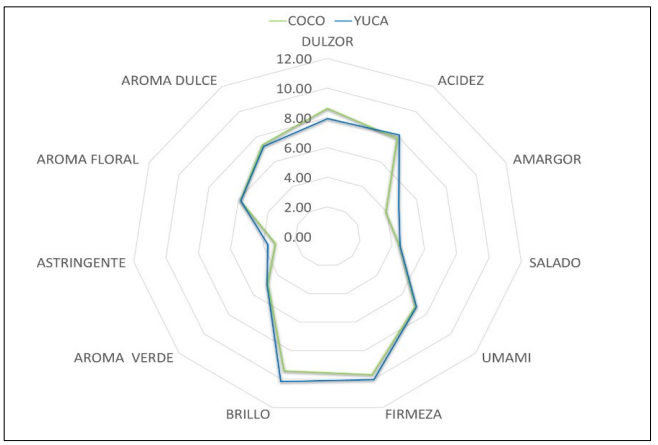


Figura. 1. Perfil de tomates para FC y FY propuesto por panel QDA

Es relevante destacar que, aunque los tomates cultivados en sustrato de yuca (FY) obtuvieron calificaciones más altas en atributos relacionados con la apariencia, como el brillo, presentaron puntuaciones más bajas en cuanto a dulzura y aromas. Esto contrasta con un estudio previo realizado por Stommel et al. (2005), que enfatizó el impacto de las expectativas de color por parte de los panelistas en la percepción de sabores y aromas en tomates Cherry. Este hallazgo plantea preguntas interesantes en nuestro contexto. A pesar de que los tomates FY obtuvieron en promedio un 4.9% más de calificación en términos de brillo, los tomates de sustrato de coco (FC) mostraron valores superiores en atributos relacionados con aromas dulces/frutales (FC=7.4 ± 3.6 y FY=7.2 ± 3.2) y florales (FC=5.9 ± 3.2 y FY=5.8 ± 3.1). Esto sugiere dos posibles explicaciones. En primer lugar, la diferencia en la presencia de compuestos volátiles entre ambos grupos posiblemente no fue lo suficientemente marcada como para ser detectada por el panel de degustación. En segundo lugar, existe margen para optimizar la capacitación de los panelistas en la identificación de los compuestos volátiles presentes en las muestras. La perspectiva de realizar futuros estudios es importante para entender mejor el efecto del sustrato en la percepción de volátiles y elucidar si el sustrato pudiera jugar un papel en la modulación de la expresión de los compuestos volátiles del tomate, los cuales son primordiales para la formación del aroma y el sabor. Este ángulo es particularmente interesante dado que el "flavor" es un determinante crucial para la aceptación del consumidor y la preferencia del mercado.

B. Análisis fisicoquímicos

La tabla 2 presenta la caracterización física de los FC y FY. Los datos revelan que la longitud, el ancho, el peso y los parámetros de color no muestran diferencias significativas entre los dos tipos de frutos. No obstante, es notable la inconsistencia de los atributos físicos entre los dos tipos de sustratos, ya que, particularmente la variabilidad observada en el peso de los FY, con rangos entre 5 a 12.2 g, en comparación con los FC, que varían de 4.6 a 10.8 g, indica una posible inconsistencia en la calidad o en los procesos de crecimiento. Es fundamental explorar si esta variabilidad está correlacionada con otros factores como el suministro de agua y nutrientes de la planta. En términos generales, los resultados indican que el sustrato de yuca produce tomates de buena calidad física. En lo que respecta a la firmeza de los frutos, se observa una variabilidad atribuida al cambio del sustrato (valor p = 0.01). En general, los tomates FC presentan una firmeza que es, en promedio, un 7.7% inferior en comparación con los tomates FY. Específicamente, los valores promedio de firmeza para FY y FC son de 4.7 ± 0.8 N y 4.3 ± 0.9 N, respectivamente. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Stommel et al. (2005) en tomates Cherry. La diferencia en firmeza no solo influye en la percepción de calidad, sino que también podría tener implicaciones en la durabilidad de los frutos durante el almacenamiento y el transporte. Se asume que los frutos más firmes son más

resistentes a daños mecánicos y tienen una vida útil más larga (Al-Dairi et al., 2021). La caracterización química de los frutos se presenta en la Tabla 3. En lo que respecta a los °Bx, que representan los compuestos solubles, no se observa una dependencia significativa del tipo de sustrato (valor de p = 0.39), con valores promedio de 9.0±0.7 y 9.1±0.7 °Bx para FC y FY, respectivamente. Inicialmente, esto podría indicar que los compuestos solubles de los frutos no están intrínsecamente vinculados al tipo de sustrato utilizado. Sin embargo, el contenido de azúcares reductores muestra un impacto significativo atribuido al sustrato (valor de p = 0.0001), ya que los FC presentan una acumulación de azúcares un 19.6% mayor en comparación con los FY.

Tabla 2. Caracterización física de FC y FY

Variable	Sustrato	Media	Mínimo	Máximo
Largo	Coco	31.0 ± 3.2 a	23.2	37.5
	Yuca	30.9 ± 2.7 a	22.7	36.3
Ancho	Coco	20.0 ± 1.8 a	16.6	23.7
	Yuca	19.9 ± 1.8 a	16.5	22.7
Peso	Coco	8.0 ± 1.8 a	4.6	10.8
	Yuca	7.9 ± 1.8 a	5.0	12.2
Firmeza	Coco	4.3 ± 0.9 a	2.8	6.6
	Yuca	4.7 ± 0.8 b	2.9	6.5

Promedio de 18 réplicas en FC y FY respectivamente. Significancia estadística se determinó con un intervalo de confianza de 95%.

Por otro lado, los datos relacionados con la acidez total (AT) no parecen depender del tipo de sustrato (valor de p = 0.11), al igual que el pH (valor de p = 0.42). Este hallazgo es relevante ya que demuestra que los tomates con los mismos grados Brix pueden diferir en la composición soluble, lo que, a su vez, se traduce en una percepción del sabor distinta. Esto concuerda con la idea de que la calidad del sabor no solo se relaciona con los sólidos solubles totales, sino también con la relación entre azúcares y ácidos, como lo señaló Malundo et al. (1995). Además, se observa cómo las propiedades físicas y químicas del sustrato pueden influir en la calidad de los tomates. En un estudio previo realizado por Zúñiga López (2022), se informó que el sustrato de yuca presenta características físicas y químicas diferentes, con una menor capacidad de intercambio catiónico (SC=76.42 ± 0.64 y SY=56.53 ± 0.54) y una menor capacidad de retención de agua (SC=52.63 ± 1.91 En este contexto, resulta fundamental explorar si la variabilidad pudiera estar correlacionada con otros factores, como el suministro de agua y nutrientes a la planta. Esto podría convertirse en un área de estudio en futuras investigaciones. En términos generales, nuestros resultados indican que los tomates SY producen frutos con un mayor contenido de licopeno, lo cual tiene relevancia en la nutrición humana y podría aumentar el valor nutricional de estos productosy SY=31.87 ± 0.29). Esto afecta la disponibilidad de nutrientes y la retención de agua, lo que, a su vez, contribuye al aumento de azúcares reductores en los FC. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Auerswald et al. (1999), donde se demostró que es posible influir en la intensidad de los atributos sensoriales y el contenido de azúcares reductores al aumentar la concentración de la solución nutritiva, un efecto que en nuestro estudio se modula a través de las propiedades del sustrato.

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica y fitoquímica de frutos de Coco y Yuca

Sustrato	Azúcares reductores (mg/g muestra)	pH	AT (% ácido cítrico)	Contenido de Licopeno (mg /100 g)	° Brix
Coco	40.03 ± 8.60 a	3.9 ± 0.3 a	0.50 ± 0.09 a	22.3 ± 5.1 b	9.0 ± 0.7 a
Yuca	33.48 ± 9.40 b	3.8 ± 0.2 a	0.53 ± 0.11 a	25.9 ± 9.0 a	9.1 ± 0.7 a

Promedio de 18 réplicas en FC y FY respectivamente. Significancia estadística se determinó con un intervalo de confianza de 95%.

En lo que respecta al contenido de licopeno, es evidente que existe una notable variabilidad en los valores promedio entre ambos sustratos, lo

que sugiere la presencia de factores externos que influyeron en el experimento. Sin embargo, se observa un efecto del tipo de sustrato en el contenido de licopeno. Los tomates FC presentan un contenido promedio un 13.9% menor en comparación con los tomates FY, que tienen un contenido promedio de 25.9 ± 9.0 mg/100g. Un análisis más detallado de los datos reveló que la temporada de muestreo también influye en el contenido de licopeno. Esta variación se atribuye en gran medida al impacto de la estacionalidad climática, como se ilustra en la figura 2. El aumento del contenido de licopeno en abril sugiere que factores ambientales, como la irradiación solar, pueden desempeñar un papel crucial en la biosíntesis de licopeno. Esto se alinea con la literatura existente que relaciona la luz y la temperatura con la regulación de la biosíntesis de carotenoides, como informa Gautier et al. (2008)

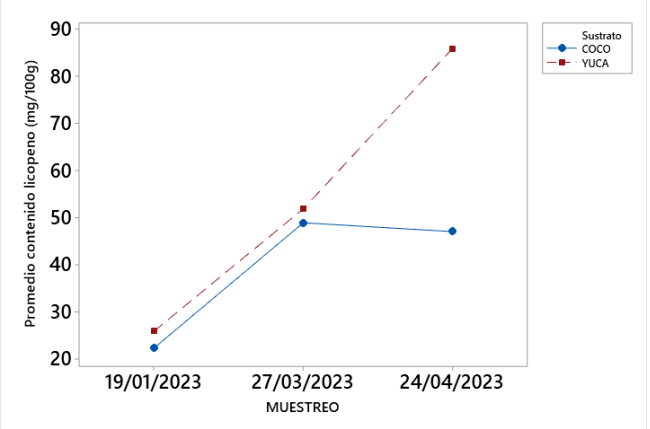


Figura. 2. Gráfica de interacción entre contenido de licopeno y muestreo e arriba a

4. Conclusiones

Este estudio aporta hallazgos de gran relevancia que podrían tener un impacto profundo en las prácticas agronómicas y las estrategias comerciales relacionadas con los tomates, así como en otros productos hortícolas en un futuro próximo. En términos generales, se observa que, a pesar de que los frutos cultivados en SY presentan una calidad física comparable a la de aquellos cultivados en SC, los frutos de yuca exhiben una firmeza notablemente superior. Este hallazgo reviste importancia al conferir a los tomates una mayor resistencia a los posibles daños mecánicos que puedan ocurrir durante su transporte y distribución. Además, en cuanto al contenido, los FY, en comparación con los FC, presentan un contenido de licopeno significativamente mayor. Este hallazgo es particularmente relevante, ya que el licopeno es un metabolito con propiedades antioxidantes de gran trascendencia para la nutrición humana. Por otro lado, es crucial destacar que, en lo que respecta a las características sensoriales, los frutos producidos en ambos sustratos exhiben perfiles sensoriales semejantes, con la única diferencia notable siendo una mayor percepción de amargor en los tomates cultivados en sustrato de yuca. Este hallazgo podría ser objeto de futuras investigaciones para identificar los metabolitos responsables de este sabor amargo y determinar su posible valor biológico. En ocasiones, algunos compuestos antioxidantes, como los polifenoles, están asociados con un ligero sabor amargo. En resumen, la importancia de este estudio reside en su contribución a la producción de alimentos de manera sostenible, sin sacrificar, e incluso mejorando, la calidad en comparación con los métodos tradicionales. Además, esta investigación puede desempeñar un papel crucial en la prevención de posibles problemas de escasez de sustrato de coco en el futuro. Los resultados obtenidos ofrecen perspectivas valiosas para la industria agrícola y la calidad nutricional de los alimentos, lo que podría beneficiar tanto a los productores como a los consumidores

Agradecimientos

Expresó mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y la doctora Ma Estela Vázquez Barrios por su apoyo en la realización del presente artículo.

Referencias

AOAC. (1990). OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASOSIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Beckles, D. M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit. Postharvest Biology and Technology, 63(1), 129-140. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.05.016

Hoppu, U., Puputti, S., & Sandell, M. (2021). Factors related to sensory properties and consumer acceptance of vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 61(10), 1751-1761. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1767034

Malundo, T. M. M., Shewfelt, R. L., & Scott, J. W. (1995). Flavor quality of fresh tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) as affected by sugar and acid levels. Postharvest Biology and Technology, 6(1-2), 103-110. https://doi.org/10.1016/0925-5214(94)00052-T

Pérez-Marín, J., Issa-Issa, H., Clemente-Villalba, J., García-Garví, J. M., Hernández, F., Carbonell-Barrachina, Á. A., Calín-Sánchez, Á., & Noguera-Artiaga, L. (2021). Physicochemical, Volatile, and Sensory Characterization of Promising Cherry Tomato (Solanum lycopersicum L.) Cultivars: Fresh Market Aptitudes of Pear and Round Fruits. Agronomy, 11(4), Article 4. https://doi.org/10.3390/agronomy11040618

SAGARPA. (2005). PC-020-2005 PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL USO DE LA MARCA OFICIAL MÉXICO CALIDAD SUPREMA EN TOMATE. BANCOMEXT. http://www.economia-noms.gob.mx/

SIAP. (2021). Panorama agroalimentario 2021. Secretaria de desarrollo y apoyo rural, 92-93.

Sinesio, F., Cammareri, M., Cottet, V., Fontanet, L., Jost, M., Moneta, E., Palombieri, S., Peparaio, M., Romero del Castillo, R., Saggia Civitelli, E., Spigno, P., Vitiello, A., Navez, B., Casals, J., Causse, M., Granell, A., & Grandillo, S. (2021). Sensory Traits and Consumer's Perceived Quality of Traditional and Modern Fresh Market Tomato Varieties: A Study in Three European Countries. Foods, 10(11), Article 11. https://doi.org/10.3390/foods10112521

Zúñiga López, M. (2022). Tesis "Evaluación de la calidad de pepino (Cucumis sativus L.) producido en sustrato de yuca (Yucca schidigera), de agave (Agave tequilana Weber var. Azul) y de coco bajo condiciones de invernadero".

Diseño de un Sistema Integrado de Gestión para una empresa de servicios de ingeniería

Dory Amayrani Baltazar Leyva[1], Margarita Prieto Uscanga[2], Alicia Prieto Uscanga[3], Marcela Antonia Juárez Ríos[4]
Tecnológico Nacional de México – Campus Querétaro
Contacto: m22141181@queretaro.tecnm.mx, margarita.pu@queretaro.tecnm.mx, alicia.pu@queretaro.tecnm.mx, marcela.jr@queretaro.tecnm.mx

Resumen

La adopción de normas internacionales se ha convertido en una práctica común para mejorar la gestión empresarial y su reconocimiento en el mercado. Este artículo se centra en el caso de Exxerpro Solutions, una pyme queretana que se encuentra en etapa de crecimiento y está enfocando sus esfuerzos en lograr posicionarse como una opción competitiva y confiable en el mercado. En este sentido, se plantea la pregunta de investigación, ¿qué estrategia debe implementar Exxerpro para dirigir su crecimiento y diferenciarse como empresa de servicios de ingeniería?

En atención a dicha interrogante, se plantea el diseño de un Sistema Integrado de Gestión (SIG) en conformidad con las normas ISO 9001:2015 (calidad), 14001:2015 (ambiental), 45001:2018 (seguridad y salud en el trabajo) y 50001:2018 (energía).

Para los fines del presente proyecto, se llevó a cabo una investigación cualitativa mediante un estudio de casos mixto. Así también, se empleó la norma UNE 66177:2005 como guía de referencia para el proceso de integración.

Tras un diagnóstico del nivel de madurez en la gestión de procesos, de complejidad en las necesidades de los clientes, del alcance y del riesgo asociado, se identificó el método de integración básico propuesto por la norma UNE, como el más adecuado.

El plan de integración propuesto es un paso significativo hacia la mejora de la gestión empresarial de Exxerpro. Aunque el trabajo aún está en curso, se ha logrado un progreso sustancial en la comprensión del funcionamiento actual de la empresa y su nivel de cumplimiento de las normas ISO.

Palabras clave: SG, SGI, norma, ISO, estrategia, calidad, medio ambiente, seguridad, salud, energía.

Abstract

The adoption of international standards has become a common practice to improve business management and market recognition. This article focuses on the case of Exxerpro Solutions, an SME from Querétaro that is in a growth stage and is focusing its efforts on positioning itself as a competitive and reliable option in the market. In this sense, the research question is: what strategy should Exxerpro implement to direct its growth and differentiate itself as an engineering services company?

In response to this question, the design of an Integrated Management System (IMS) in accordance with ISO 9001:2015 (quality), 14001:2015 (environmental), 45001:2018 (occupational health and safety) and 50001:2018 (energy) standards is proposed.

For the purposes of this project, qualitative research was conducted using a mixed case study. Also, the UNE 66177:2005 standard was used as a reference guide for the integration process.

After a diagnosis of the level of maturity in process management, complexity of customer needs, scope and associated risk, the basic integration method proposed by the UNE standard was identified as the most appropriate.

The proposed integration plan is a significant step towards improving Exxerpro's business management. Although the work is still in progress, substantial progress has been made in understanding the current operation of the company and its level of compliance with ISO standards.

Key words: MS, IMS, standard, ISO, strategy, quality, environment, safety, health, energy

Introducción

En el mundo de los negocios, la normalización ha jugado un papel importante en cuanto a competitividad. Adoptar normas de reconocimiento internacional se ha convertido en parte de la estrategia que han puesto en marcha muchas organizaciones para lograr reconocimiento en el mercado (Eto, et.al., 2010).

La normalización guarda una estrecha relación con los Sistemas de Gestión (SG), ya que proporciona un sólido marco de referencia para su desarrollo e implementación. Dichos sistemas, se identifican como un conjunto interrelacionado de métodos, procedimientos, instrucciones y elementos organizacionales que, de manera sistematizada, planifican, ejecutan y controlan las actividades de la organización, con el fin de lograr sus objetivos, incluyendo la definición de responsabilidades, políticas y procesos para alcanzar dichos objetivos (Heras et. al., 2008; ISO, 2015). En el entorno de la normalización y con el propósito de contribuir con las empresas en la mejora de su gestión, surgieron las normas ISO, que son un conjunto de estándares de reconocimiento internacional que establecen los requisitos y las mejores prácticas para la implementación de SG en diferentes áreas, por lo que hoy día son un referente.

La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) sostiene que la implementación de SG constituye una decisión estratégica. Aquellas empresas que eligen destacarse a través de la certificación en estos sistemas experimentan mejoras significativas en la toma de decisiones, lo que incide directamente en la formulación de sus estrategias y su nivel de competitividad (AEC, 2016).

En este contexto, la estrategia de una organización hace referencia a las medidas que ésta adopta para diferenciarse, a través de la creación de ventajas competitivas. Y a su vez, funciona como guía, al establecer claramente las acciones que las empresas deben llevar a cabo y aquellas que deben evitar, con el fin de cumplir su misión y alcanzar su visión a largo plazo (Thompson, et. al., 2012).

La implementación de Sistemas Integrados de Gestión se ha visto influenciada por factores externos, como la creciente competitividad y la necesidad de las organizaciones de implementar estrategias para distinguirse en el mercado. Sin embargo, la causa raíz de su existencia, de debe a la necesidad de las empresas de reducir las dificultades que implica tratar cada estándar por separado, como la duplicidad, pérdida de tiempo y recursos, exceso de procedimientos, contradicción de los objetivos, así como mayor desinterés del personal por la implementación de cada uno en paralelo (Ahidar, et. al., 2019).

Exxerpro Solutions, una pyme queretana que ofrece servicios de ingeniería a la industria manufacturera (principalmente), busca impulsar su crecimiento y competitividad. La adopción de un Sistema Integrado de Gestión (SIG) es una parte fundamental de su gestión estratégica.

De acuerdo a las estadísticas, en Querétaro existen 1323 entidades registradas en la industria manufacturera, y solo 165 empresas (12.5%) se dedican a ofrecer servicios de ingeniería (INEGI, 2022). Existe una extensa área de oportunidad, pero se han presentado barreras de entrada, mismas que se buscan minimizar en la actualidad mediante el fortalecimiento de las capacidades internas de la organización.

Anudado a ello, se tiene un registro de que en México existen alrededor de 4.1 millones de pymes, y por cada 10 pymes nuevas 7 no sobreviven en su primer año de operación, por falta de competitividad capacitación, conflictos por vínculos familiares, ausencia de planeación, dificultades para definir una estrategia adecuada, errores en la toma de decisiones, obsolescencia, deficiencias de calidad y de comunicación, y falta de financiamiento (Téllez y Gutiérrez, 2023; Laguna y González, 2022). Y de las empresas que sobreviven, solo el 1% están certificadas en alguna norma ISO (Hernández, 2023).

Por otra parte, en Querétaro, la esperanza de vida de un negocio es de 11.8 años, después de haber cumplido 5 años de existencia en el mercado (INEGI, 2019). Exxerpro ha operado en la industria alrededor

de 13 años, superando con éxito la media de supervivencia empresarial en la región. No obstante, no debe interpretarse como motivo para la autocomplacencia, sino más bien como un estímulo para mantener un esfuerzo constante y progresivo en busca de un futuro aún más sólido y prometedor.

Derivado del planteamiento anterior, el presente estudio tiene como objetivo diseñar un Sistema Integrado de Gestión en materia de calidad, medio ambiente, seguridad y salud laboral, así como energía, con base en los requisitos de las normas ISO ISO 9001:2015, 14001:2015, 45001:2018 y 50001:2018, como estrategia de crecimiento para Exxerpro Solutions.

Revisión de la bibliografía

Un Sistema Integrado de Gestión (SIG) se identifica como un supersistema (Karapetrovic & Wilborn, 1998) que parte de un diseño único que permite gestionar diversos factores que participan en las actividades de una empresa y comprende la fusión de la estructura organizacional, las responsabilidades, los procesos y los recursos destinados a la adopción de dos o más SG (UNE, 2018; NQA, s.f.).

La tendencia actual es que las empresas inclinen sus intereses en implementar un SIG debido a las múltiples ventajas que ha traído a la industria, principalmente la mejora de la imagen organizacional, el enfoque en riesgos, la capacidad de cumplimiento de objetivos, la alineación de las políticas y objetivos organizacionales y la mejora en la toma de decisiones (Talapatra et.al., 2019); así también, beneficia la eficiencia de los procesos y la comunicación dentro de la organización; genera mayor confianza hacia los productos y servicios, así como a las partes interesadas; se reducen costos por demandas y favorece su participación en el mercado (Nunhes et. al., 2016; Sanabria et. al., 2020).

Respecto a cada norma ISO de los SG Kohl (2020) menciona que la:

- 9001:2015 - Sistema de Gestión de la Calidad (SGC): Es considerada la norma prototipo de todas las demás normas de los SG; se basa en siete principios (enfoque al cliente, liderazgo, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en evidencias y gestión de las relaciones) y se basa en la lógica de que las empresas deben comprender las expectativas y los requisitos de sus clientes para lograr la satisfacción del cliente y la mejora continua.
- 14001:2015 - Sistema de Gestión Ambiental (SGA): Su objetivo es prevenir y reducir los impactos ambientales de las actividades organizacionales, cumplir con requisitos legales, mejorar el desempeño ambiental de la empresa y usar una perspectiva de ciclo de vida.
- 45001:2018 - Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST): Proporciona un marco de referencia para la gestión de riesgos en SST, para que las empresas proporcionen condiciones de trabajo seguras y saludables, cumplan los requisitos legales y otros requisitos, eliminen peligros, y mejoren continuamente la SST.
- 50001:2018 - Sistema de Gestión Energética (SGEn): Proporciona las directrices necesarias para que las organizaciones eficienticen el consumo y uso de la energía.

Estas normas presentan similitudes fundamentales que favorecen la practicidad en el proceso de integración. Entre estas características destacadas, se encuentra la estructura de alto nivel, un modelo estandarizado que tiene como finalidad, promover la uniformidad en la redacción de las normas de gestión, simplificando así su interpretación y el proceso de integración. Además, cada una de estas normas se fundamenta en el ciclo Deming o PDCA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) con el propósito de impulsar el proceso de mejora continua.

Hace algo más de dos décadas, con la aparición de los SG, se originaron diversos modelos y enfoques para la integración de estos sistemas. Sin embargo, este estudio se centra principalmente en el modelo establecido por la norma UNE 66177:2005. Esta norma proporciona directrices que permiten la integración efectiva de los SG en las organizaciones. Su desarrollo surgió en respuesta a la necesidad de las

empresas de gestionar sus sistemas de manera uniforme y alinear sus objetivos.

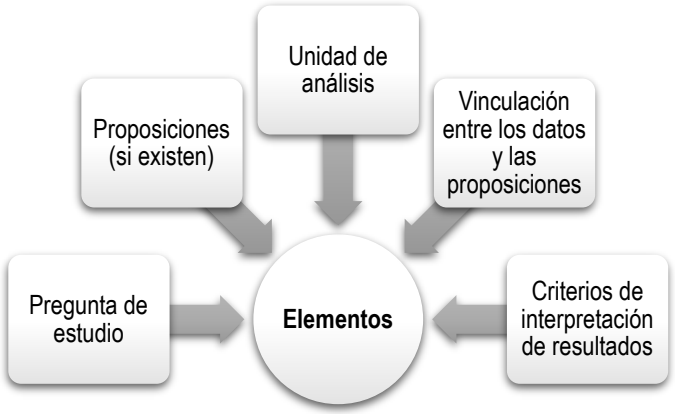
Metodología

Para lograr los objetivos planteados, se realizó una investigación de tipo cualitativa, empleando como herramienta un estudio de casos con un enfoque mixto, que combina las contribuciones de Yin y la Harvard Business School.

Yin (2003), señala cuatro criterios importantes dentro del estudio de casos: validez del constructo, validez interna validez externa y fiabilidad, y para alcanzar estos criterios, el estudio debe desarrollarse a través de cinco elementos esenciales (Figura 1).

Figura 1

Elementos esenciales dentro de un caso de estudio



Nota. Adaptado de *Case Study Research: Design and Methods,* por Yin, 2003, Sage Publications.

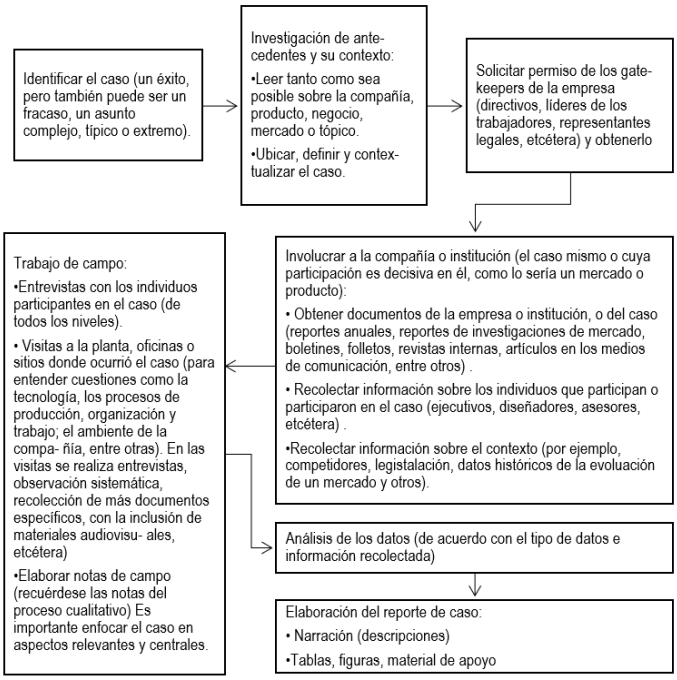
Por su parte, Harvard Business School sugiere que el proceso del estudio de casos para organizaciones consta de siete fases, descritas en la Figura 2, de las cuales se ha llegado hasta la etapa 4.

Esta metodología se empleó para investigar y analizar la situación de Exxerpro Solutions e ir uniendo las piezas claves para responder a la pregunta de investigación.

Anudado a ello, el desarrollo de dicha metodología se complementó con la aplicación de la norma UNE 66177:2005, la cual funcionó como guía de referencia para el proceso de integración de los sistemas de gestión de la calidad, ambiental, de la SST y energético (ver Figura 3)

Figura 2

Fases del estudio de casos para organizaciones

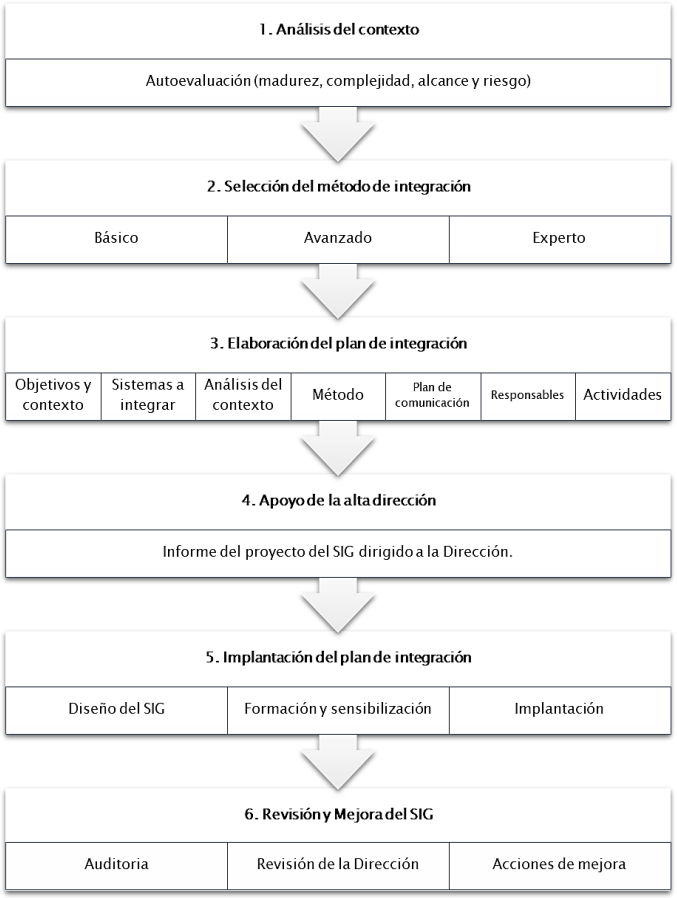


Nota. Este proceso resulta más bien propio para estudios de caso de empresas, industrias, mercados, negocios o productos. Tomado de *Capítulo 4 de Metodología de la Investigación "Estudios de caso"* (p.5), por Hernández-Sampieri et. al., 2014, McGrawHillEducation.

Cabe mencionar que el estudio se enfoca únicamente en el diseño del SIG, asegurando el cumplimiento de las normas ISO 9001, 14001, 45001 y 50001 en materia de calidad, medioambiente, seguridad y salud en el trabajo, así como en eficiencia energética. El proceso incluye un diagnóstico del cumplimiento actual de estas normas y culmina en un diseño completo del sistema, que incluye documentación, actividades y recomendaciones para su implementación. Se excluyen la fase de puesta en marcha, control, auditorías externas y mejora, ya que el enfoque es establecer un diseño base para futuras certificaciones.

Figura 3

Fases para la integración de un Sistema de Gestión.



Nota: Elaboración propia, basado en el cuaderno de calidad de la Asociación Española para la Calidad, 2016.

Resultados

De acuerdo al análisis del contexto realizado y el diagnóstico del nivel de cumplimiento de los requisitos de las normas ISO sujetas a integración (Tabla 1), a través de un check-list personalizado y ponderado, se determinó que la organización tiene un nivel de madurez básico, respecto a la gestión de procesos. Dicho nivel se determinó a través de la escala propuesta por la UNE 66117:2005.

De acuerdo con la AENOR (2005) en el nivel de madurez básico, la actividad o proceso se realiza totalmente y se documenta de manera adecuada existiendo mínimos datos de su seguimiento y revisión para la mejora.

Tabla 1

Nivel de cumplimiento de los requisitos de los sistemas de gestión

Norma	% cumplimiento	Nivel
ISO 9001:2015	62%	Medio
ISO 14001:2015	26%	Bajo
ISO 45001:2018	32%	Bajo
ISO 50001:2018	17%	Bajo

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de la aplicación de un diagnóstico sobre el nivel de cumplimiento de los requisitos de cada norma ISO.

Este nivel de madurez se caracteriza porque:

- El SG se basa en procedimientos, registros e instrucciones, que aseguran la calidad del producto o servicio.
- Se evalúan a los proveedores de manera sistemática, y existen criterios de evaluación, pero no se les tiene en cuenta en el diseño de los procesos.
- Se han definido y comunicado las responsabilidades y funciones del personal relacionado con los procesos críticos para la calidad, seguridad o gestión ambiental del producto o servicio.

Así mismo, se evaluó el nivel de complejidad, respecto a las necesidades y expectativas de clientes y otras partes interesadas, el cual se determinó como **alto**, ya que las necesidades y expectativas de las partes interesadas son altamente complejas y cambian con frecuencia, por lo que la organización debe gestionar una amplia variedad de requisitos de clientes, partes interesadas y regulaciones sectoriales en constante evolución.

Respecto al alcance de los SG, también se determinó como alto, este nivel se caracteriza porque la organización:

- Mantiene un inventario completo y actualizado de todos los sistemas y normas de gestión implantados.
- Todos los productos/servicios se ven afectados por los SG actuales y futuros, y se tiene en cuenta la expansión futura.
- Existe una documentación exhaustiva de procesos, con un mapa de procesos que

muestra claramente la interacción y la integración de todos los procesos.

- Se tiene una visión completa y sólida de cómo se relacionan y complementan los SG en toda la organización.

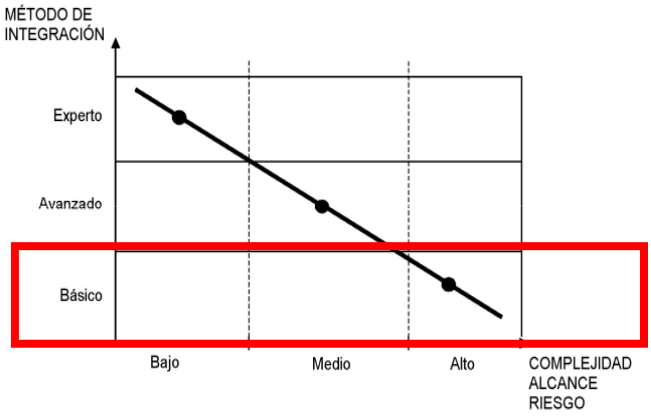
Por último, respecto al nivel de riesgo, debido a incumplimientos legales o fallos asociados al proceso de integración, éste se identificó dentro del nivel alto, debido a que la organización tiene un cumplimiento legal y reglamentario variable, con áreas significativas de preocupación y los riesgos relacionados con la integración son altos y pueden tener consecuencias significativas en términos legales y operativos.

En la Figura 4 se muestra una gráfica de los resultados, con los cuales se determinó que el mejor método para llevar el proceso de integración, era a través del método básico. De acuerdo con la AENOR (2005):

> *Es un método muy rentable ya que requiere una inversión pequeña y se obtienen resultados importantes a corto plazo, debido a la optimización de los recursos destinados a la gestión de la documentación y a la gestión integrada de algunos procesos. Este método no requiere experiencia en la gestión por procesos, y es abordable por todo tipo de organizaciones.* (p.10)

Figura 4

Método de integración según el nivel de complejidad, alcance y riesgo



Nota. Tomado de *Gráfico para identificar el método de integración adecuado* (p. 13), por AENOR, 2005, UNE 66177.

A partir de los resultados obtenidos, se desarrolló un plan de integración, donde se estableció el cronograma de actividades, se determinaron los recursos necesarios, se diseñó un plan de comunicación alineado a los objetivos del diseño del SIG, se definió la composición y jerarquía de los documentos relacionados al SIG, y los elementos específicos a integrar de cada sistema.

Discusión y conclusiones

Exxerpro Solutions presenta un nivel de cumplimiento variado de las normas ISO, siendo más fuerte en ISO 9001 y más débil en ISO 50001. Dado el nivel de cumplimiento y los desafíos identificados, es evidente que la empresa necesita mejorar su enfoque en la gestión de calidad, medio ambiente, seguridad, salud laboral y eficiencia energética.

A través del plan de integración concretado, se puede dar inicio al proceso de diseño de todo el SIG, lo que indica que Exxerpro Solutions está tomando medidas para mejorar su gestión empresarial.

A lo largo del artículo, se ha destacado la importancia de una estrategia empresarial que impulse el logro de los objetivos organizacionales. En el presente caso de estudio, la adopción de un SIG es parte fundamental de la estrategia que Exxerpro empleará para alcanzar el crecimiento y la diferenciación en el mercado que desea.

Aunque evidentemente quedan etapas pendientes para finalizar el trabajo en curso y cumplir con el objetivo principal, se ha logrado un progreso significativo en la comprensión de cómo está trabajando actualmente la organización, qué nivel de cumplimiento tiene respecto a las normas ISO que desea adoptar, qué documentos tiene al momento, qué experiencia tiene en el rubro, con qué recursos cuenta hasta ahora para el desarrollo del proyecto en curso, su estructura organizacional y, que en conjunto han dado pauta a marcar el punto de partida para el diseño del SIG.

Referencias bibliográficas

Ahidar, I., Sarsri, D., & Sefiani, N. (2019). Approach to integrating management systems:. *The TQM Journal*. doi:10.1108/TQM-02-2018-0025

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2005). UNE 66177: Sistemas de gestión - Guía para la integración de los sitemas de gestión. Madrid, España.

Eto, M., Song, M., Henry, J., Lee, H., Yang, H.-D., & Lee, H. (2010). *Standardization: Fundamentals, impacts, ans business strategy.* Asia-Pacific Economic Cooperation. Obtenido de http://academico.une.org/Documents/210_cti_scsc_eduguide3_web%20(1).pdf

Heras, I., Arana, G., Camisón, C., Casadesús, M., & Martiarena, A. (2008). *Gestión de la calidad y competitividad de las empresas de la CAPV.* San Sebastían: Publicaciones Universidad de Deusto. doi:ISBN: 978-84-9830-192-2

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación.* Cdmx: Mc Graw Hill.

Hernández, E. (8 de junio de 2023). Falta de certificaciones aleja a las pymes mexicanas del nearshoring, alerta experto. *Forbes*. Obtenido de https://www.forbes.com.mx/falta-de-certificaciones-aleja-a-las-pymes-mexicanas-del-nearshoring-alerta-experto/

Ikram, M., Zhou, P., Shah, S. A., & Liu, G. (2019). Do enviromental management systems help improve corporate sustainable development? Evidence from manufacturing companies in Pakistan. *Journal of Cleaner Production, 226*, 628-641. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.265

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Demografía de los Negocios. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/temas/dn/#:~:text=Demograf%C3%ADa%20de%20los%20Negocios%202019%2D2021.,mueren%20145%20y%20nacen%2081.

Karapetrovic, S., & Willborn, W. (1998). Integration of quality and environmental management systems,. *The TQM Magazine, 10*(3), 204-213. doi:10.1108/09544789810214800

Kohl, H. (2020). Standards for Management Systems. A comprehensive guide to content, implementation tools and certification Schemes. Elangen, Germany: Springer. doi:10.1007/978-3-030-35832-7

Laguna Córdoba, P. C., & González Vázquez, C. (2022). Industria 4.0, clave para la competitividad de las PYME proveedoras del sector automotriz del Estado de Guanajuato, México. Relaciones internacionales, competitividad y sostenibilidad en América Latina, 40-66. doi:10.22402/ed.leed.978.607.98835.8.4

Nunhes, T. V., & Oliveira, O. J. (2018). Analysis of Integrated Management Systems research: identifying core themes and trends for future studies. *Total Quality Management & Business Excellence*. doi:10.1080/14783363.2018.1471981 ISSN: 1478-3363

Phan, T. N., & Baird, K. (2015). The comprehensiveness of environmental management systems: The influence of institutional pressures and the impact on environmental performance. *Journal of Environmental Mnagement, 160*, 45-56. doi:10.1016/j.jenvman.2015.06.006

Sanabria Torres, L. M., Casas Henao, A. d., Roca Martínez, J. J., Varela Alonso, C. T., Guarín Montenegro, G. F., Rodríguez Rojas, Y. L., . . . Peña Guarín, G. (2020). *Investigación en Sistemas de Gestión. Avances y retos de la gestión integral.* Bogotá, Colombia: Ediciones USTA. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=jgv5DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=sistema+integrado+de+gestion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiWutWY59D4AhXTnGoFHd6ZAVoQuwV6BAgEEAk#v=onepage&q&f=false

Talapatra, S., Santos, G., Udin, K., & Carvalho, F. (2019). Main benefits of integrated management systems through literature review. *International Journal for Quality Research, 13*(4), 1037-1054. doi:10.24874/IJQR13.04-19

Téllez Cuevas, R., & Gutiérrez Ruiz, C. L. (2023). Las Pymes y el capítulo 25 del T-MEC: análisis jurídico, comercial y de desarrollo. Lus Comitialis, 6(13). Obtenido de http://portal.amelica.org/ameli/journal/137/1374011009/html/

Thompson, A. A., Gamble, J. E., Peteraf, M. A., & Strickland III, A. J. (2012). *Administración estratégica. Teoría y casos.* México: Mc Graw Hill. doi:ISBN: 978-607-15-0757-0

Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods.* Estados Unidos de América: Sage Publications, Inc.