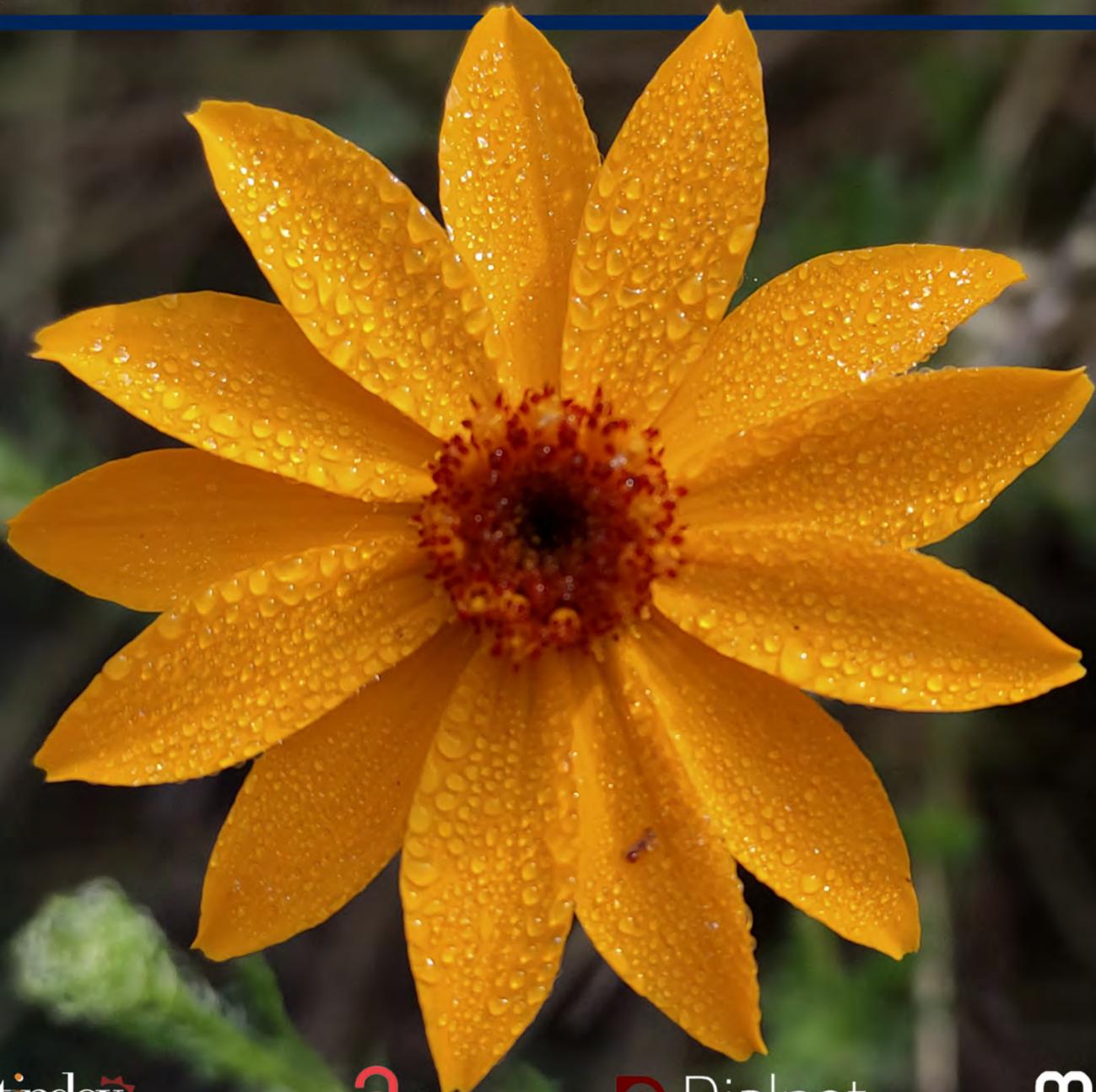


Milenaria, Ciencia y arte



Órgano de divulgación de la Facultad de Salud Pública y Enfermería



DIRECTORA

DRA. MARTHA PATRICIA MORFÍN GALLEGOS

Facultad de Salud Pública y Enfermería
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

DIRECTORA FUNDADORA

MA. TERESA MALDONADO GUIZA

Facultad de Salud Pública y Enfermería
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

EDITOR

LUIS FERNANDO ORTEGA VARELA

Facultad de Salud Pública y Enfermería
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

COMITÉ EDITORIAL

GABRIELA BARRAGÁN CAMPOS

Instituto de Investigaciones Filosóficas "Luis Villoro"
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

LETICIA CARRERA LÓPEZ

Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información
Universidad Autónoma de México, México

JORGE ENRIQUE GÓMEZ ARROYAVE

Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA,
Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción. Medellín, Colombia

ERICKA GONZÁLEZ CANCINO

Facultad de Salud Pública y Enfermería
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

CARMEN JUDITH GUTIÉRREZ GARCÍA

Departamento de Ingeniería Bioquímica
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia México

ERASTO HERNÁNDEZ CALDERÓN

Licenciatura en Nutrición
Universidad Latina de América, México

KELLY MYRIAM JIMÉNEZ DE ALIAGA

Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela Profesional de Enfermería
Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca. Perú

FLOR MARLENE LUNA VICTORIA MORI

Facultad de Enfermería
Universidad Nacional de Trujillo, Perú

TERESA MALDONADO GUIZA

Facultad de Salud Pública y Enfermería
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

MARIANA PANIAGUA ZAVALA

Sociedad Mexicana de Salud Pública, México

HÉCTOR AARÓN RÍOS MENDOZA

Departamento de Idiomas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

ÁLVARO RODRÍGUEZ BARRÓN

Hospital General "Dr. Miguel Silva" de Morelia
Secretaría de Salud Michoacán, México

LUIS MIGUEL VÁZQUEZ RANGEL

Facultad de Salud Pública y Enfermería
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

MILENARIA, CIENCIA Y ARTE, año 14, No. 24 julio-diciembre de 2024, es una revista semestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a través de la Facultad de Salud Pública y Enfermería, Gertrudis Bocanegra 330, Col. Cuauhtémoc, C.P. 58020, Morelia, Michoacán, México, Tels. 44 33 12 24 90 y 33 44 12 76 98. <http://milenario.umich.mx>. Editor responsable: Luis Fernando Ortega Varela. Reserva de Derechos al uso Exclusivo del título: 04-2022-072019243400-102, ISSN: 2954-4289 (online), ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número. Desarrollo y Mantenimiento del sitio web, M.A.T.I Luis Miguel Vázquez Rangel, Gertrudis Bocanegra 330, Col. Cuauhtémoc, C.P. 50020, Morelia, Michoacán, México. Tels. 44 33 12 24 90 y 44 33 13 76 98. Fecha de última modificación, 10 de diciembre de 2024.

Milenaria, Ciencia y arte es una revista aprobada por el Consejo Editorial de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. <https://consejoeditorial.umich.mx/publicaciones-periodicas>. Está incluida en Latindex, ROAD, LatinRev, DRJI y Google Académico. DOI: <https://doi.org/10.35830/mcya.vi22>

El contenido de los trabajos es responsabilidad de sus respectivos autores, por lo que no reflejan necesariamente el punto de vista de nuestra Casa de Estudios. Esta revista puede ser reproducida total o parcialmente con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa.

POLÍTICA DE ACCESO ABIERTO. Milenaria, Ciencia y Arte es una revista de acceso abierto enteramente gratuita que favorece la reutilización e intercambio global de conocimiento. En este sentido, Milenaria, Ciencia y Arte cuenta con una Licencia de Creative Commons 4.0 de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 y se encuentra incluida en el directorio de Acceso Abierto DOAJ. La revista solo conserva los derechos de publicaciones de las obras, tanto de la versión impresa como las digitales. **DISEÑO EDITORIAL Y FORMATO,** José Antonio Huerta Espino

DIRECTORIO DE LA
UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

YARABÍ ÁVILA GONZÁLEZ
Rectora

JAVIER CERVANTES RODRÍGUEZ
Secretario General

ANTONIO RAMOS PAZ
Secretario Académico

MIGUEL ÁNGEL VILLA ÁLVAREZ
Secretario de Difusión Cultural y Extensión Universitaria

JESÚS CAMPOS GARCÍA
Coordinador de la Investigación Científica

EDGAR MARTÍNEZ ALTAMIRANO
Secretario Administrativo

JORGE ALBERTO MANZO MÉNDEZ
Secretario Auxiliar

RAÚL CARRERA CASTILLO
Abogado General



Nuestra Portada

"Árnica del monte" captada en el área natural protegida cerro del Punhuato en Morelia, durante una de las varias reforestaciones organizadas por el capítulo Estudiantil GEOAMET del TecNM/campus Morelia con el Voluntariado Forestal de Morelia. Esta flor también conocida como Adenophyllum porophyllum var. cancellatum, crece en temporada de lluvias en varios estados de México y llega a ser utilizada en la medicina tradicional, para tratar enfermedades de la piel como irritaciones o heridas, por su actividad antimicrobiana (Fotografía de Carmen Judith Gutiérrez García).

Más información en: Aguilar-Rodríguez, S., López-Villafranco, M. E., Jáquez-Ríos, M. P., Hernández-Delgado, C. T., Mata-Pimentel, M. F., Estrella-Parra, E. A., ... & García-Bores, A. M. (2022). Chemical profile, antimicrobial activity, and leaf anatomy of Adenophyllum porophyllum var. cancellatum. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 981959.

A manera de editorial	3
¡Ahí viene la plaga!	4
José Isaac Figueroa-De la Rosa, Carlos Daniel Gómez-Ibarra y Selene Ramos-Ortiz	
Zarzamora: deliciosa frutilla nutritiva con sorprendentes resultados para la salud .	6
Sergio Damián Segura-Ledesma, Ángel Reboollar-Alvitero Erasto Hernández-Calderón	
La magia de la Kombucha, para una transformación saludable	9
Rafael Zamora Vega, Luis Fernando Ortega Varela Rosa y María Trujillo Aguirre	
La verdad detrás de los Alimentos Funcionales	12
Héctor Eduardo Martínez Flores, Alfonso Topete Betancourt y Eunice Tranquilino Rodríguez	
Absorción y descomposición de nutrientes: conociendo el sistema digestivo y la microbiota	15
Asdrubal Aguilera Méndez, Lorena Martínez Alcántar y Marlene Estefanía Campos Morales	
Apicultura: Diversidad más allá de la miel	19
Hilaria Guadalupe Avila Cruz, Mauricio Perea Peña y Enrique Pascual Alvarado	
El maíz y la tortilla: la base de la alimentación del mexicano	22
Ma. Guadalupe Garnica-Romo y Héctor Eduardo Martínez Flores	
La soya, una semilla versátil, rica en proteínas y lípidos	25
Mario Lenin Molinero Cárdenas, José Octavio Rodiles López y Rafael Zamora Vega	
El arte de sumergir en agua a las lentejas: Remojo	28
Yuliza Guadalupe Morales Herrejón, Liliana Márquez Benavides y Berenice Yahuaca Juárez	
Cuachalalate (<i>Amphipterygium adstringens</i>): un viaje desde la medicina ancestral hasta la actualidad	31
Miriam Lizbeth Bautista Aguilar, Martha Estrella García Pérez y Roberto Esquivel García	
Plantas medicinales para el tratamiento de la diabetes: ¿es bueno consumirlas?	34
Manuel Alejandro Vargas Vargas, Christian Cortés Rojo y Elizabeth Calderón-Cortés	
Vitamina D ¿El aliado oculto contra el Síndrome de Ovario Poliquístico? . . .	36
Mayra García Mondragón, Luis Daniel Caballero Macías y Ana Gabriela Campos Arroyo	
Comprendiendo la obesidad y las medidas para su combate por el paciente . .	38
Juan Gerardo Reyes-García, Juan Carlos Huerta-Cruzy Héctor Isaac Rocha-González	
Complicaciones extrapulmonares asociadas al consumo de cigarro electrónico	41
Tomás Alfredo Añez Valbuena y José Gustavo Santoyo Orozco	
La seguridad del paciente es tarea de todos	44
Victor Hugo Ortiz Montalvo, María Jimena Arciga Ornelas	
Cuando tu mejor amigo no humano, aloja al peor enemigo de tu salud	47
Victor Manuel Chávez Jacobo	
Modelos animales: Una necesidad en la investigación científica	50
Omar Ortiz Avila y Claudia Isabel García Berumen	
Esos seres tienen poder sobre ti	54
Patricia Ríos-Chávez, María de los Angeles Beltrán-Nambo y Oliver Rafid Magaña-Rodríguez	
Haematococcus pluvialis una fuente alterna de astaxantina	57
Julio César Jacuinde Ruiz y Juan Carlos González Hernández	
Contaminantes emergentes en el agua y las redes metal-orgánicas como agentes de remediación	60
Nancy Nelly Zurita Méndez, Georgina Carbajal De La Torre y Marco Antonio Espinosa Medina	
La aleatoriedad como parte de lo cotidiano	63
Jaime Aguilar García, Rodrigo González Garfias y José de Jesús Contreras Navarrete	
El Distintivo ESR otorgado por CEMEFI a través del modelo de Responsabilidad Social Empresarial	66
Osiris María Echeverría Ríos y María Josefina Hernández Barrera	
El aprendizaje autónomo en la vida universitaria	69
Leticia Sesento García	
La generación de cristal frente a la sociedad del conocimiento en el siglo XXI	72
Benjamín Gómez Ramos e Isaías de Jesús Díaz Maldonado	
Desafíos y reflexiones: entrevistas a personas migrantes en tránsito en la frontera Norte de México	75
Valle-Orduño, Jesús Alfredo, Mercado-Ibarra, Santa Magdalena, Rivera-Heredia, María Elena	
Divulgación filosófica: coaching presuntamente estoico	78
Ximena Zacarias Avila	
Dos estilos filosóficos para el análisis del concepto de educación	81
Carlos Alberto Bustamante Penilla	
Mary Wollstonecraft Shelley, la Inteligencia Artificial y los robots	84
Rosa María Alonzo González y David Ramírez Plascencia	
Aspirinas para el alma	87
Berenice Yahuaca Juárez	
Dibujando los días	88
La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es galardonada con dos "Premios Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación"	90

*M*ilenaria 24 llega plena, como árnica de monte cargadita de rocío, con 30 textos originales de diversa índole gracias a la enorme cantidad de propuestas que ha recibido nuestra más reciente convocatoria, destaca el interés de nuestros autores en lo que se produce en nuestros suelos: al ritmo de "ahí viene la plaga...", se pone el ejemplo del *picudo agavero* para hacer hincapié en la necesidad de un manejo integrado de plagas al tiempo que se describen nuevas ventajas de productos agrícolas como la zarzamora, la lenteja, la soya, el maíz e incluso productos derivados de la miel; haciendo notar que la absorción de nutrientes mejora con la participación de microorganismos, de forma que estos alimentos funcionales pueden implicar para nosotros una *transformación saludable*.

Ya que hablamos de salud, una reseña muy completa nos ofrece pautas sobre uno de los grandes problemas de México, invitándonos a comprender la obesidad; se trae a la conversación a la seguridad del paciente como disciplina médica, se indican las consecuencias del uso del cigarrillo electrónico más allá del sistema respiratorio, se discute como el contacto con nuestras amigables mascotas puede a veces provocar zoonosis, se revisa la importancia de plantas medicinales como la lila francesa o el cuachalalate, que desde hace varios siglos han mostrado utilidad y pueden seguir empleándose como tratamientos complementarios en la actualidad, así como la necesidad de modelos animales en los ensayos preclínicos.

Esta vigésima cuarta entrega se preocupa por contaminantes emergentes en aguas residuales, por el reconocimiento a las empresas socialmente responsables, por estimular el conocimiento con estrategias que van desde la filosofía analítica, la fenomenología y el aprendizaje autónomo; por la inteligencia artificial como un nuevo Frankenstein a dos siglos de la visionaria Mary Shelley, por las señales de sobrepeso de *dibujando los días* o las sutiles notas cáusticas y amorosas de nuestras *aspirinas para el alma*.

A través de 24 fascículos, *Milenaria Ciencia y Arte* ha ido creciendo en ocasiones de a poco, adaptándose a veces a climas adversos, pero siempre con el afecto de cada vez más lectores que se han vuelto nuestras gotas de rocío, hemos florecido juntos al grado de ser distinguidos con el *Premio Estatal de Divulgación*, les agradecemos enormemente y esperamos como siempre, que este número sea de su agrado.

Introducción

Alguna vez escuche que «*Ningún insecto es plaga hasta que se demuestre lo contrario*» debido a que participan en todos los procesos que tienen que ver con la vida. Se sabe que menos del 1% de las especies de insectos se consideran plagas y el resto cumplen con una función importante en la naturaleza. Supongamos un ecosistema agrícola, donde una especie de insecto por alguna razón se quedara sin depredadores que regulan su población, tuviera abundante comida (recurso) y condiciones ecológicas ideales (factores abióticos: temperatura y humedad relativa), esta se multiplicaría exponencialmente trayendo consigo un problema no solo biológico y ecológico sino también para la industria agroalimentaria.

En 1940 con la llegada de la revolución verde, la agricultura se intensificó con extensiones grandes de monocultivos, lo que llevó a los insectos (artrópodos) a convertirse en plagas potenciales debido a la disminución masiva de los depredadores como consecuencia del uso desmedido de insecticidas químicos. He aquí el inicio del tan nombrado círculo vicioso: el invento de los insecticidas para combatir a los insectos perjudiciales; que como ya es bien sabido los insectos con el tiempo desarrollan resistencia por lo que hay que producir cada vez un nuevo insecticida más tóxico y letal. Por si fuera poco, los insecticidas no solo afectan a las plagas, sino también a otras seres vivos incluyendo a los depredadores, polinizadores y por supuesto a nosotros los humanos.

Grabé en la penca de un maguey mi nombre

El picudo del agave, *Schyphophorus acupunctatus*, es un escarabajo considerado como la plaga más importante del cultivo del agave tequilero, mezcalero, pulquero y del henequén (Siller-Jasso, 1985). Los daños directos que causa el picudo a las plantas del agave son ocasionados principalmente por su etapa larval al alimentarse de los tejidos internos, no solo a las pencas (hojas), sino también al corazón o "piña" y al quiole de la planta (inflorescencia). Se conoce que este insecto ataca a plantas mayores (4 años o más), juveniles (1 a 3 años) e incluso a

¡Ahí viene la plaga! Here comes the plague: the agave weevil!

José Isaac Figueroa-De la Rosa¹, Carlos Daniel Gómez-Ibarra¹
y Selene Ramos-Ortiz^{1,2}

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). ² Programa de Investigadoras e Investigadores por México, CONAHCYT- UMSNH. Tarímbaro, Michoacán, México.

Contacto: selene.ramos@umich.mx

Resumen. *Scyphophorus acupunctatus* conocido comúnmente como el picudo del agave se considera la plaga más importante de este cultivo. En territorio nacional se ha reportado la presencia de este insecto en 20 estados productores de agaves, incluyendo a Michoacán, uno de los epicentros de la producción de mezcal artesanal. Se encuentra presente en todo el año en plantaciones de agave, principalmente en temporada de lluvias. Desafortunadamente la industria del agave se ve afectada por la presencia de plagas y enfermedades, donde destaca este escarabajo. Su principal método de control convencional ha sido a través del uso de insecticidas químicos propiciando la alteración en sus interacciones con sus enemigos naturales, polinizadores y plantas hospedadas. Hoy por hoy, lo ideal sería generar alternativas de control cultural y biológico que sean más selectivas, seguras y compatibles con las prácticas de manejo de esta plaga.

Palabras clave: plaga, control biológico, picudo.

Abstract. *Scyphophorus acupunctatus*, commonly known as the agave weevil, is considered the most important pest of this crop. In national territory, the presence of this insect has been reported in 20 agave-producing states, including Michoacán, one of the epicenters of artisanal mezcal production. It is present throughout the year in agave plantations, mainly in the rainy season. Unfortunately, the agave industry is affected by pests and diseases, which is where this beetle stands out. Its main conventional control method has been using chemical insecticides, causing alteration in its interactions with its natural enemies, pollinators, and host plants. Today, the ideal would be to generate cultural and biological control alternatives that are more selective, safe, and compatible with the management practices of this pest.

Keywords: pest, biological control, weevil.

plantas menores de un año. Este insecto es capaz de causar la muerte de las plantas y el deterioro en la calidad de la piña, llevando a pérdidas económicas que van de un 30 a 40% en el valor de la producción. El picudo del agave es un escarabajo que presenta metamorfosis completa, lo que indica que pasa por cuatro estados de vida durante su desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto; Figura 1). Se encuentra en todo el año en plantaciones de agave, teniendo 1 ó 2 picos poblacionales, principalmente en temporada de lluvias.

La presencia del picudo se ha reportado en 20 estados del territorio nacional: Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán (Fuente: diversas textos científico).

¿Y qué hay con su planta hospedera?

Como bien lo dicen los biólogos «México es un país megadiverso» y las especies del género *Agave* contribuyen a ello, ya que cuenta con alrededor de 159 de un total de más de 200 especies descritas a nivel mundial, de las cuales 119 especies se consideran endémicas de México (García-Mendoza, 2011). La importancia económica de los magueyes y agaves, típicos de nuestro país, es inmensa puesto que se remonta a la época prehispánica cuando los pueblos indígenas del centro y norte del país encontraron en estas plantas una fuente de materia prima para elaborar una gran cantidad de productos agropecuarios, industriales y ornamentales (García-Herrera *et al.*, 2010). En los últimos años se ha determinado que la industria del tequila y mezcal constituye la segunda actividad económica más importante a



Figura 1. Ciclo de vida de *S. acupunctatus* (Fotos: Gómez-Ibarra).

nivel nacional, debido a que el 18% del total de la producción de bebidas alcohólicas corresponde al tequila y al mezcal. Nuestro país es el principal país exportador de tequila a países como Estados Unidos, Alemania, Colombia, España, Francia y Gran Bretaña, y recientemente se logró la exportación de esta bebida a China (INEGI, 2019).

Pocos lo saben, pero en el territorio michoacano se lleva a cabo la elaboración del mezcal (líquido ancestral), un derivado del agave al que llamaban los purépechas «vino de mezcal». Luego, con la colonización, se le dio más impulso en la región. Los municipios de Charo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Tzitzio y Madero son los mayores productores, ahí encontramos variantes de la planta de agave como son: el agave chino (*Agave cupreata*), espadín (*Agave angustifolia*) y azul (*Agave tequilana*). Con tantas cualidades y variedades del mezcal se entiende la pasión por producirlo, pues son cerca de 250 productores en esta región, que producen aproximadamente el 80% de este destilado en el estado, con lo que se coloca como epicentro de la producción artesanal.

Sin embargo, la industria del agave ha pasado por diversas crisis, vinculadas a su escasez o abundancia (las plantas tardan en madurar entre 6 a 8 años). Desafortunadamente, este desequilibrio

entre la oferta y la demanda de agave y sus productos se acentúan aún más por la presencia de plagas y enfermedades, donde se destaca el picudo del agave (Figura 2A-C) (Cuervo-Parra *et al.*, 2020).

Crónica de una muerte anunciada

Hoy por hoy, existe un desequilibrio acentuado en los agroecosistemas a pequeña, mediana y gran escala, por ello cada vez es más notorio la baja diversidad biológica y la baja capacidad de recuperación de los suelos a consecuencia del uso excesivo de sustancias químicas, así como por el cambio de uso de suelo (escenario que se sospecha ya está ocurriendo en Michoacán con el desmonte de áreas naturales para cultivar agaves, aguacate y berries). En un futuro no muy lejano, se presagia que las poblaciones de insectos podrían ampliar su distribución a otras zonas donde no existían y atacar a plantas y animales de interés social. De igual manera, las plantas se expondrían a enfermedades de las cuales carecen de inmunidad natural (los cambios en lugar de ser graduales, se llevan a cabo de manera rápida) porque simple y sencillamente dichas enfermedades no solían estar en su entorno (hábitat). Se calcula entonces que las plagas, los patógenos y las malezas causan anualmente la pérdida de más del 40% de los alimentos en el mundo, y en los agaves no son la excepción (FAO, 2019).

Se sabe que la presencia del picudo está asociada a la enfermedad de podredumbre del agave, y que también hay múltiples microorganismos asociados a esta, ya sea como oportunistas o degradadores (Cuervo-Parra *et al.*, 2020). Su principal método de control es convencional a través del uso de insecticidas químicos de amplio espectro. Desafortunadamente, el uso excesivo de estos productos puede propiciar la alteración de sus interacciones con sus enemigos naturales, polinizadores (murciélagos, tlacuaches y palomillas) y plantas hospederas. Por lo tanto, lo ideal sería generar alternativas de control que sean más selectivas, seguras y compatibles con las prácticas de manejo y control de esta plaga.

Pero entonces ¿cómo se puede controlar una plaga?

Las plagas se propagan a gran velocidad, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) hasta hoy sigue siendo la mejor solución, puesto que es un planteamiento sostenible y amigable con el ambiente donde se alternan de manera armoniosa y sincronizada diversas técnicas de control (Stern *et al.*, 1959). Esta manera de controlar problemas fitosanitarios considera a las plagas como parte de un ecosistema en el que interactúan factores abióticos (temperatura, humedad y gases atmosféricos) y bióticos, donde se establecen relaciones complejas entre las especies de las que también participamos los humanos «Aunque en un “mundo ideal” es lo mejor, no siempre es posible llevarlo a cabo».

Conclusión

Debemos aprender a separar lo «urgente de lo importante», y en este caso es urgente!. Lo «importante» es la agricultura sostenible enfocada en la capacidad de gestión de los agricultores y aumento de sus conocimientos sobre el funcionamiento del ecosistema a nivel local; lo «urgente» es tomar medidas para el combate contra las plagas como: 1) conocer los ciclos de vida de las especies plaga de interés; 2) no sembrar grandes extensiones con monocultivos por periodos prolongados; 3) utilizar los espacios abiertos que existen entre la vegetación natural para incorporar determinados cultivos, en el caso del agave, es mejor que viva en armonía con pinos y encinos; 4) no eliminar las

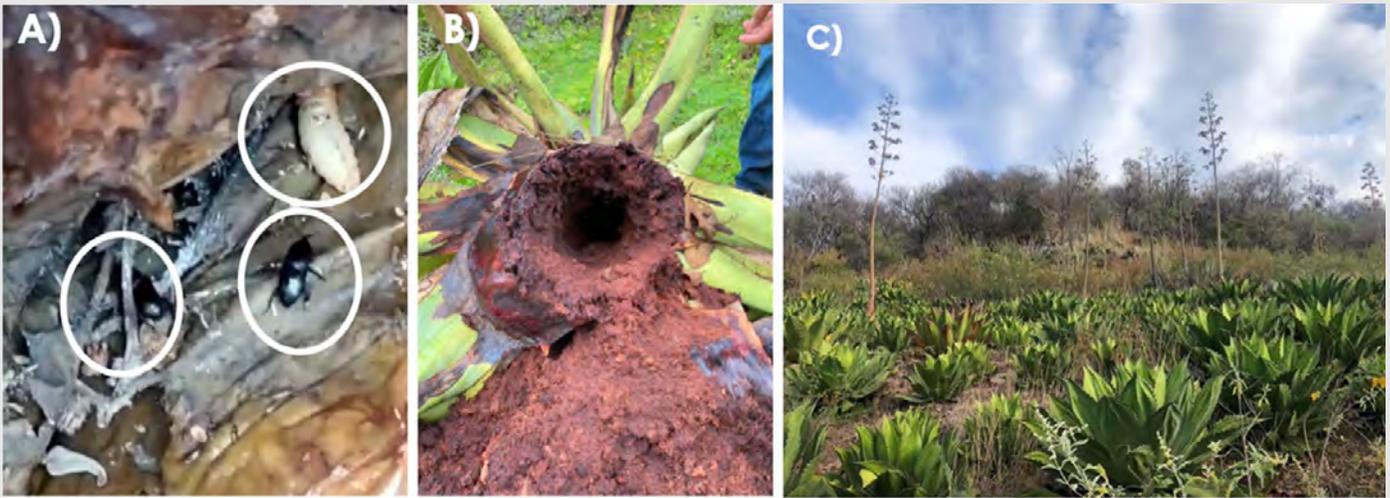


Figura 2. A) Picudo del agave en diferentes etapas de vida; B) Agave cupreata con daño del picudo (Fotos: Gómez-Ibarra, 2024); y C) Plantación agroforestal de Agave cupreata en Etucuaró, Mich., (Foto: Ramos-Ortiz, 2024).

malezas (prohibir el uso del glifosato) que contribuyen al reciclaje de nutrientes y disminución de la erosión del suelo (microcosmos: bacterias y hongos micorrízicos simbióticos); 5) utilizar métodos de trampeo con atrayentes y feromonas de acuerdo a la especie plaga; 6) llevar a cabo los principios del MPI para contribuir a frenar su invasión y propagación; y 7) considerar la introducción de agentes biológicos como entomopatógenos (baculovirus, hongos, nematodos, bacterias, etc.), depredadores y parasitoides y entender sus relaciones ecológicas para combatir plagas o el uso de cultivos y variedades resistentes a

plagas, enfermedades y aminorar de esta forma los daños causados.

Referencias

Cuervo-Parra, J. A., Pérez-España, V. H., Pérez, P. A. L., Morales-Ovando, M. A., Arce-Cervantes, O., Aparicio-Burgos, J. E., & Romero-Cortés, T. (2019). *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Dryophthoridae): a weevil threatening the production of agave in Mexico. *Florida Entomologist*, 102(1), 1-9.

Cuervo-Parra, J. A., Pérez-España, V. H., Roldán, C. E. I., Morales, O. M. A., Hernández-Romero, A. R., & Romero-Cortés, T. (2020). El picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*): vector de plagas y enfermedades. *Academia Journals*, 3, 459-464.

FAO (2019). Global Symposium on soil erosion, 15-17 May 2019, FAO, Rome.

García-Herrera, E. J., Méndez Gallegos, S. de J., & Talavera Magaña, D. (2010). El género *Agave* spp. En México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. *Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial*, 5(73), 109-129.

García-Mendoza, A. (2011). Agavaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 88:1-95.

Siller-Jasso M. G. (1985). Ciclo biológico en el laboratorio del picudo de maguey *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) y algunas consideraciones sobre su impacto económico. UNAM. Facultad de Ciencias. Departamento Biología.

Stern, V. M. R. F., Smith, R., Van den Bosch, R., & Hagen, K. (1959). The integrated control concept. *Hilgardia* 1959 (29), 81-101.

• Enviado: agosto 28, 2024 • Aceptado: noviembre 11, 2024

Zarzamora: deliciosa frutilla nutritiva con sorprendentes resultados para la salud

Blackberry, delicious nutritious little berry with surprising health results

Sergio Damián Segura-Ledesma¹, Ángel Rebollar-Alviter² y Erasto Hernández-Calderón^{1, 2}

1. Centro Regional Universitario Centro Occidente, Universidad Autónoma de Chapingo, Morelia Michoacán.
2. Universidad Latina de América, Morelia, Michoacán. México

Contacto: ehernandez3@unla.edu.mx

Resumen. Las frutillas representan un grupo diverso que incluyen una variedad de frutos de diferentes colores, formas y tamaños. Son apreciados por su color fuerte, textura y sabor. El grupo comprende frutos simples (p.ej arándano) y compuestos (p. ej zarzamora). La fresa, zarzamora, frambuesa y arándano azul se encuentran entre las frutillas más consumidas en México. La zarzamora, al igual que otras frutillas, es rica en compuestos bioactivos con actividad principalmente antioxidante. Diversos estudios epidemiológicos resaltan los beneficios de consumo de frutillas en general y de la zarzamora en particular, debido principalmente al contenido nutricional, fibra y antioxidantes del grupo de los polifenoles.

Palabras clave: zarzamora, compuestos bioactivos, antioxidantes, beneficios nutricionales, salud.

Abstract. The berries are a diverse group that includes a variety of fruits with different colors, shapes, and sizes. The group comprises simple (e.g., blueberries) and composite (e.g., blackberries) fruits. The strawberry, blackberry, cranberry, and blueberry are the most commonly consumed berries in Mexico. The blackberry and other berries are rich in bioactive compounds with mainly antioxidant activity. Several epidemiological studies highlight the beneficial consumption of berries in general, and blackberries in particular, due to their nutritional content, fiber, and polyphenol antioxidants."

Key words: zarzamora, compuestos bioactivos, antioxidantes, beneficios nutricionales, salud.

Introducción

Las frutillas (*Berries* en inglés) existen de manera silvestre, pero son comercialmente cultivadas y comúnmente consumidos de forma fresca y procesada e incluyen una diversidad de frutos simples y compuestos de diversas especies y variedades (Mangaris *et al.*, 2014). Particularmente el género *Rubus* a la cual pertenece la zarzamora, es un género diverso con unas 740 especies descritas en todo el mundo (Foster *et al.*, 2016) de las cuales 61 se encuentran distribuidas en México (Rzedoswky y Calderón de Rzedoswky, 2005).

La importancia de la zarzamora como cultivo para Michoacán es debido a que nuestro estado es el productor número uno de México y es también es el principal exportador. Además de la importancia económica del cultivo, está documentado que su consumo tiene efectos benéficos para la salud atribuidos a la amplia variedad de compuestos polifenólicos que funcionan como antioxidantes y a su contenido nutricional, debido a la diversidad de compuestos fotoquímicos se considera a la zarzamora como un nutraceutico (concepto que sintetiza las palabras nutrición y farmacéutico) o alimento funcional. La diversidad química de compuestos de zarzamora va en aumento y sus componentes esenciales se utilizan en aplicaciones industriales, cosméticas, alimentarias y farmacéuticas (Rasheed *et al.*, 2017).

El presente artículo tiene como objetivo divulgar información acerca de la producción y consumo de frutillas en México haciendo énfasis en las propiedades nutricionales y potenciales beneficios para la salud del consumo de la zarzamora.

Principales frutillas cultivadas en México

De acuerdo al Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023) reportó en el año 2022 un consumo promedio 2 kg de fresa, 1 kg de zarzamora, 70 gramos de arándano y 252 gramos de frambuesa por año (Fig. 1). La frutilla más cultivada en nuestro país es la fresa, seguida por la zarzamora y en menor medida por el arándano y la

frambuesa (Fig. 1). Los principales estados productores de zarzamora, son Michoacán, Jalisco y Colima. México es el productor número uno de zarzamora en el mundo y 84 % de la zarzamora se produce en el estado de Michoacán (Fig. 1) (SIAP, 2023) la cual se exporta principalmente a los Estados Unidos de América, tuvo un valor de producción de 4,029 millones de pesos durante el año 2022, resaltando la importancia económica de este cultivo para el estado.

Composición nutrimental de la zarzamora

Las zarzamosas, al igual que otras frutillas, tienen una diversidad de nutrientes como carbohidratos, proteínas, minerales, fibra dietética, vitaminas y antioxidantes que son esenciales para una buena salud. La Tabla 1 resume los principales nutrientes encontrados en zarzamora comparados con los nutrientes encontrados en otras frutillas cultivadas en México, el tipo y concentración de nutriente fue obtenido de la base de datos del departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2018). Las características nutrimentales de la zarzamora que se destacan, son su bajo contenido calórico, bajo contenido de carbohidratos, alta cantidad de proteína, contenido un aporte superior de minerales como calcio, magnesio, fósforo y potasio además de un alto

contenido de vitamina A y de pigmentos antioxidantes como el betacaroteno, luteína y zeaxantina (Tabla 1).

Beneficios para la salud

De acuerdo a diversos estudios epidemiológicos, con animales, in vitro e in vivo se conoce que las frutillas tienen muchos fitoquímicos, fibras, vitaminas y minerales que pueden mejorar la salud o tener un efecto preventivo, así como disminuir el riesgo de diferentes enfermedades crónicas (Golovinskaia y Wang, 2021, Lamenza *et al.*, 2024). Tales estudios apuntan a que el consumo de zarzamora tiene beneficios para la salud tomando su contenido nutricional y composición química.

Las revisiones publicadas a la fecha coinciden (Kaume *et al.* 2012; Rasheed *et al.*, 2017, Golovinskaia y Wang, 2021, Lamenza *et al.*, 2024) coinciden en que las principales propiedades benéficas para la salud en humanos son las anticancerígenas, estudios preclínicos demuestran que tienen actividad antidiabética, protegen de la oxidación de las proteínas LDL mejorando la salud cardiovascular, se ha reportado su papel preventivo en enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Los anteriores efectos han sido correlacionados con su potencial antioxidante estimado mediante la

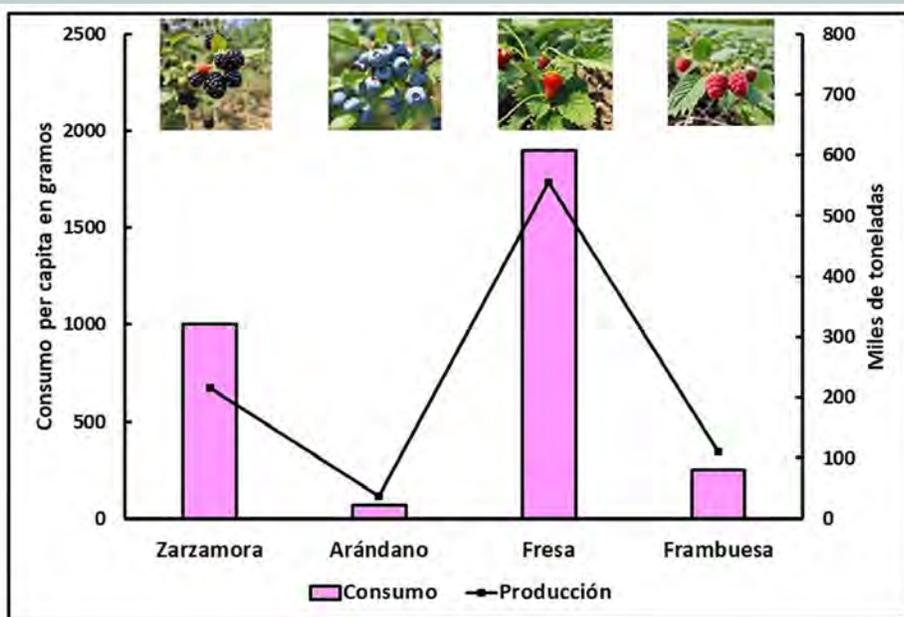


Figura 1. Consumo y producción de las principales frutillas de México. Gráfica elaborada con datos del SIAP 2023.

Tabla 1. Resumen de nutrientes encontrados frutillas cultivadas en México. Datos obtenidos de la USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2018).

Nutriente	Unidades	Zarzamora	Arándano azul	Fresa	Frambuesa
Agua	g	88.15	84.21	90.95	85.75
Energía	kcal	43	57	32	52
Proteína	g	1.39	0.74	0.67	1.2
Lípidos totales	g	0.49	0.33	0.3	0.65
Azúcares totales	g	4.88	9.96	4.89	4.42
Fibra dietética	g	5.3	2.4	2	6.5
Carbohidratos					
Sacarosa	g	0.07	0.11	0.47	0.2
Glucosa	g	2.31	4.88	1.99	1.86
Fructosa	g	2.4	4.97	2.44	2.35
Minerales					
Calcio	mg	29	6	16	25
Magnesio	mg	20	6	13	22
Fosforo	mg	22	12	24	29
Potasio	mg	162	77	153	151
Vitaminas					
Vitamina A	UI	214	54	12	33
Vitamina C	mg	21	9.7	58.8	26.2
Folatos	µg	25	6	24	21
Pigmentos antioxidantes					
Betacaroteno	µg	128	32	7	12
Luteína + zeaxantina	µg	118	80	26	136

Disponible en <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>. Los valores son calculados por cada 100 g de peso fresco.

capacidad de absorción de radicales libres (ORAC por sus siglas en inglés) la cual es superior al Trolox, un análogo de la vitamina E.

Tales estudios resaltan que entre los compuestos más importantes a los que se les ha atribuido la capacidad antioxidante y otros efectos benéficos se encuentran las antocianinas cianidin-3-glucosido, la pergolidina, el flavan-3-ol, los ácidos hidroxicinámicos y el flavonoide quercetina, adicionalmente los extractos metanólicos de diferentes partes de la planta de zarzamora tienen capacidad antimicrobiana y disminuyen la ansiedad.

Conclusión

Las zarzamosas son fuente rica de compuestos bioactivos antioxidantes que ejercen efectos protectores contra desordenes inflamatorios, metabólicos, cardiovasculares y cáncer. Es importante aclarar que la composición

de los compuestos sintetizados por la zarzamora son dependientes de la variedad, condiciones de crecimiento, estado de maduración y condiciones de cosecha y almacenamiento, lo anterior implica que es difícil estimar la cantidad exacta a la que deban ser consumidas para asegurar el efecto benéfico a menos que se tenga un extracto estandarizado.

Dada la evidencia actual, es innegable que la dieta tiene efectos positivos o negativos y numerosos estudios y revisiones apuntan a que existe una relación entre el consumo de frutas y la salud, aunado a lo anterior las guías alimentarias de México (SSA, 2023) indican que la alimentación sana permite gozar de salud y bienestar, considerando que para lograr tal objetivo el 50% de los alimentos consumidos deben de ser frutas y verduras. Considerando los efectos benéficos es necesario incrementar la investigación clínica para mejorar la biodisponibilidad de los compuestos

bioactivos además de determinar sus efectos en combinación con otros tratamientos para mejorar su eficacia terapéutica.

Referencias

- Foster, T. M., Bassil, N. V., Dossett, M., Leigh Worthington, M., & Graham, J. (2019). Genetic and genomic resources for Rubus breeding: a roadmap for the future. *Horticulture Research*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0199-2>
- Golovinskaia, O., & Wang, C. K. (2021). Review of functional and pharmacological activities of berries. *Molecules*, 26(13), 3904. <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>
- Kaume, L., Howard, L. R., & Devareddy, L. (2012). The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(23), 5716-5727. <https://dx.doi.org/10.1021/jf203318p>
- Lamenza, F. F., Upadhaya, P., Roth, P., Shrestha, S., Jagadeesha, S., Horn, N., ... & Oghumu, S. (2024). Berries vs. Disease: Revenge of the Phytochemicals. *Pharmaceuticals*, 17(1), 84. <https://doi.org/10.3390/ph17010084>
- Manganaris, G. A., Goulas, V., Vicente, A. R., & Terry, L. A. (2014). Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), 825-833. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6432>
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2018) *Methods and application of food composition laboratory* :USDA ARS. Usda.gov. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>
- Rasheed, H. U., Nawaz, H., Rehman, R., Mushtaq, A., & Rashid, U. (2017). The Blackberry: A Review on its Composition and Chemistry, Uses and Bioavailability and Potential Health Benefits. *Int. J. Chem. Biochem. Sci*, 11, 120-128. <https://www.iscientific.org/wp-content/uploads/2019/10/14-IJCBS-17-11-14.pdf>
- Rzedowski, J., & Calderón-De-Rzedowski, G. (2005). Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, Familia Rosácea. *Familia Rosácea. Instituto de Ecología AC Centro Regional Del Bajío Pátzcuaro*.
- SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama Agroalimentario 2023. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2023/Panorama-Agroalimentario-2023
- SSA, INSP, UNICEF. (2023). Guías alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana. *México*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/826673/Gui_as_Alimentarias_2_023_para_la_poblacion_mexicana.pdf.

La magia de la Kombucha, para una transformación saludable

The magic of Kombucha: for a healthy transformation

Rafael Zamora Vega¹, Luis Fernando Ortega Varela²
y Rosa María Trujillo Aguirre¹

Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).
2. Facultad de Salud Pública y Enfermería (UMSNH). Morelia, Mich., México.

Contacto: rosa.trujillo@umich.mx

Resumen. La Kombucha es resultado de la fermentación de una infusión de té negro o té verde con azúcar, al cual se le añaden microorganismos en forma de SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast), mismos que son los responsables de un proceso durante el cual, el azúcar presente en el té es transformada en ácidos orgánicos, gases y otros compuestos; lo que da lugar a un líquido ligeramente efervescente, con un sabor que puede variar de lo ácido a lo dulce, dependiendo del tiempo de fermentación. Es importante mencionar que esta bebida se puede obtener de diferentes sabores, ya que se le pueden añadir frutas, hierbas o especias después del proceso. Lo interesante de la Kombucha son sus beneficios para la salud, por la presencia de ácidos orgánicos, probióticos naturales, vitaminas, minerales entre otros.

Palabras clave. Kombucha, Scoby, Fermentación

Abstract. Kombucha is the result of the fermentation of an infusion of black tea or green tea with sugar. In the production process, microorganisms are added in the form of SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). These microorganisms are responsible for a process during which the sugar present in the tea is transformed into organic acids, gases and other compounds. This results in a slightly effervescent liquid with a flavour that can vary from acidic to sweet, depending on the fermentation time. It is noteworthy that this beverage can be produced in a variety of flavors by incorporating fruits, herbs, or spices at the conclusion of the fermentation process. The distinctive attributes of kombucha are attributable to its constituents, including organic acids, natural probiotics, vitamins, minerals, and other beneficial components.

Key words. Kombucha, SCOBY, Fermentation



Figura 1. Kombucha: bebida fermentada (por una colonia de microorganismos SCOBY) obtenida a partir de té negro o verde endulzado. <https://blog.scoolinary.com/kombucha>

Introducción

Hay alimentos y bebidas que contienen compuestos con función bioactiva y ayudan a mejorar la salud. Una de estas de bebidas tradicionales es denominada Kombucha (Fig. 1), que consiste en la fermentación de un té verde adicionado con azúcar por una colonia de levaduras y bacterias simbióticas conocida por sus siglas en inglés como *SCOBY -Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast-* (Martínez-Leal *et al.*, 2018).

El nombre es atribuido a una combinación del apellido del médico coreano “Kombu” y la palabra japonesa para té “Cha”. De hecho, El Dr. Kombu usó la bebida como cura para el emperador Inkyo que sufría de trastornos digestivos aproximadamente en el año 212 a. C.; pero más allá de mitos y leyendas que rodean a esta bebida ancestral, no está exenta de una explicación científico-racional: el cultivo vivo del que se obtiene la Kombucha se caracteriza por una alta capacidad para regenerarse y seguir activo y productivo casi de forma indefinida, siempre y cuando se siga alimentando con las cantidades adecuadas de azúcar y té. El cultivo conocido como “hongo madre” le correspondería el atributo de “inmortal” (Stevens & Nieto, 2019). También se le conoce como “té de hongos” o “hongo del té” y es considerada como una bebida funcional, es decir, que además de su aporte nutricional contiene sustancias bioactivas que ejercen un beneficio a la salud del consumidor (Villarreal Soto *et al.*, 2018).

Se piensa que esta bebida se originó en el noreste de China (Manchuria), alrededor de 220 años antes de Cristo, durante la Dinastía Tsin. El Dr. Kombu la llevó a Japón; su uso se fue expandiendo por Rusia nombrada como *Japon skigrub* y después en Alemania como *Kombuchaschwamm* de donde se volvió común por Europa, la bebida se utilizaba ya con frecuencia después de la segunda Guerra Mundial; pero su popularidad se hizo más notoria a partir de que en la década de los 60s, investigadores suizos reportaron que beber Kombucha era tan saludable como el consumo de yogurt (Jayabalan *et al.*, 2014).



Figura 2. Preparación de la Kombucha para consumo. Imagen tomada de: elnorte.com/el-abc-de-la-kombucha/ar2169120

Preparación y obtención del té de Kombucha

Se prepara una infusión de té negro endulzado con 10% de azúcar y posteriormente se inocula con el 25% del líquido del lote anterior; la biopelícula madura se coloca encima de la solución y se deja fermentar durante 14 días a temperatura ambiente en un lugar fresco y con poca luz. Una vez transcurrido el día 14, tres cuartas partes de la solución se transfieren en un recipiente y se agrega fruta molida o picada al gusto (Fig. 2). Posteriormente se separa 1/4 de litro de Kombucha para iniciar la próxima fermentación (Ahmed *et al.*, 2020).

Composición microbiana

Para el proceso de fermentación de la Kombucha, se requiere de una diversidad de microorganismos como las bacterias ácido-acéticas y levaduras recuperadas del mismo té. Suelen formar parte, levaduras de los géneros *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces* y *Pichia*. El crecimiento óptimo de éstas es de 20 a 30 °C a un pH que puede variar de 4.5 a 2.5 para favorecer la fermentación. Las bacterias ácido-lácticas (BAL) no se extraen del té por lo que no se consideran como parte esencial del ecosistema microbiano de la Kombucha casera. En cambio, sí se encuentran en mayor

abundancia en la fermentación industrial (Laureys *et al.*, 2020).

Las bacterias ácido-acéticas presentes en la fermentación de la Kombucha pueden ser de géneros como; *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Gluconacetobacter* y *Komagataeibacter*; siendo *Komagataeibacter xylinus* el microorganismo más característico y además es un productor de celulosa. De hecho se ha puesto atención en la calidad de biopelículas de celulosa obtenidas a partir de esta mezcla de microorganismos, mostrando que resulta de alta pureza y puede emplearse de manera industrial en la fabricación de

Tabla 1. Compuestos químicos presentes en la Kombucha, Kitwetcharoen *et al.* (2023)

Componente	Compuesto químico
Ácidos orgánicos	Ácido acético, láctico, cítrico, glucónico, glucurónico, málico, tartárico, succínico.
Polifenoles	Catequinas, α-epicatequina, α-epicatequinas cafeína, teaflavina.
Flavonoides	Quercetina, kaempferol, miricetina, rutina.
Vitaminas	Vitaminas del complejo B y C.
Proteínas	Péptidos, aminos biogénicas (etilamina, colina, adenina, histamina tiramina, putrescina, cadaverina), proteinasa.
Minerales	Manganeso, hierro, níquel, cobre, zinc, cobalto, nitrato, fosfato, sulfato, bromuro, cloruro, yoduro, fluoruro.
Otras sustancias	Etanol, dióxido de carbono.

derivados como carboximetil celulosa o bioetanol (Tan *et al.*, 2012) e incluso se ha propuesto utilizar estas biopelículas obtenidas a partir de la biomasa de Kombucha, para ayudar a la cicatrización de heridas complicadas por su biocompatibilidad con los tejidos (Cavicchia & Ferreira de Almeida, 2022; Zhu *et al.*, 2013).

Como se trata de una bebida con pH ácido se impide el crecimiento de otros microorganismos, aunque se han recuperado microorganismos sin mucha importancia en la fermentación como *Bifidobacterium*, *Thermus*, *Herbaspirillum*, *Halomonas* y otros. Estas bacterias y levaduras obtienen beneficio mutuo de su vida en común, como dirían los expertos, crean una poderosa simbiosis, capaz de inhibir el crecimiento de microorganismos contaminantes (Wang *et al.*, 2015).

Composición química

La composición química de la Kombucha es variable e incluye metabolitos liberados de las hojas de té como epicatequina (EC), y otros más beneficiosos generados por el SCOBY durante la fermentación (Tabla 1). También se producen ácidos como acético, láctico, glucónico y glucurónico, alcoholes como el etanol y glicerol, así como vitaminas, antibióticos y aminoácidos (Kitwetcharoen *et al.*, 2023).

El ácido acético es el responsable del aroma ácido y sabor a vinagre en la Kombucha. El ácido glucurónico, que se da a partir de la oxidación de la glucosa durante la fermentación de Kombucha, es el desintoxicante más importante del cuerpo humano ya que actúa uniéndose a los compuestos tóxicos presentes en el hígado, permitiendo que estas sustancias sean excretadas por los riñones de manera más eficiente además de participar en la biosíntesis de la vitamina C (Kitwetcharoen *et al.*, 2023).

Otros metabolitos químicos producidos en el proceso de fermentación de la Kombucha se indican en la siguiente tabla:

Beneficios de la Kombucha a la salud.

Las bebidas fermentadas como la Kombucha contienen microorganismos probióticos (en este caso, las levaduras y bacterias del SKOBY, que ayudan a mejorar nuestra composición intestinal), así como compuestos prebióticos (alimentos con alto contenido de fibra,

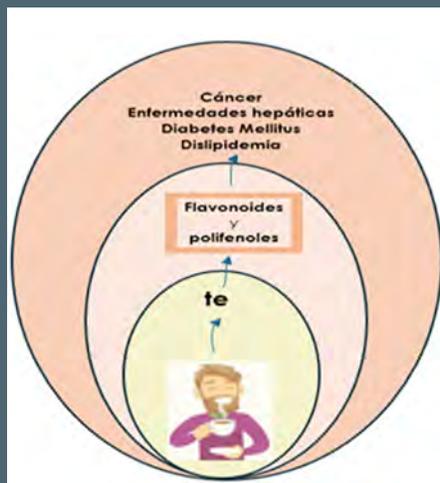


Figura 3. Efecto del consumo del Kombucha en el tratamiento de las enfermedades. Tomado de: Cavicchia & Ferreira de Almeida (2022).

que nutren a los probióticos), péptidos bioactivos, poliamidas y vitaminas; todo reunido le confiere beneficios a la salud gastrointestinal de la población. Las bacterias ácido-lácticas son consideradas como probióticas y su viabilidad disminuye durante el almacenamiento (Ahmed *et al.*, 2020).

Los compuestos antioxidantes como los polifenoles son responsables de muchos de los efectos beneficiosos de la Kombucha, como la prevención del cáncer, el aumento de la inmunidad, el alivio de la inflamación, artritis, propiedades antimicrobianas y antibióticas; ello principalmente es atribuido a la presencia de catequinas (Cavicchia & Ferreira de Almeida, 2022). El creciente interés en la Kombucha ha estimulado a la comunidad científica para realizar investigaciones más detalladas sobre sus propiedades a la salud; Martínez-Leal y colaboradores (2018), estudiaron y reportaron en esta bebida la presencia de etanol, dióxido de carbono, aminoácidos, aminos biogénicas, purinas, pigmentos, lípidos, proteínas, algunas enzimas hidrolíticas, vitaminas B₁, B₂, B₆, B₁₂ y C; antimicrobianos naturales, polifenoles y minerales como manganeso, hierro, níquel, cobre, zinc, plomo, cobalto, cromo y cadmio, fluor, cloro, bromo, yodo y nitratos, fosfatos y sulfatos (Kitwetcharoen *et al.*, 2023).

Conclusión

La Kombucha como bebida ancestral, sigue ganando popularidad, principalmente debido a los beneficios para la salud, como la mejora de la digestión, el refuerzo del sistema inmunológico y el

bienestar general. Es fácil de preparar y se puede tener variedad de sabores, tomando en cuenta que se puede tener acceso a ella con gran facilidad. Se ha demostrado que el consumo de Kombucha tiene efectos benéficos para la salud como prevención del cáncer y mejora de la inmunidad.

Referencias

- Ahmed, R. F., Hikal, M. S., & Abou-Taleb, K. A. (2020). Biological, chemical and antioxidant activities of different types of Kombucha. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.03.002>
- Cavicchia, L. O., & Ferreira de Almeida, M. E. (2022). Health benefits of Kombucha: Drink and its biocellulose production. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 58. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e20766>
- Jayabalan, R., Malbaša, R.V., Lončar, E.S., Vitas, J.S. and Sathishkumar, M. (2014), A Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13: 538-550. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., & 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>
- Kitwetcharoen, H., Phung, L. T., Klanrit, P., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2023). Kombucha healthy drink—Recent advances in production, chemical composition, and health benefits. *Fermentation*, 9(1), 48. <https://doi.org/10.3390/fermentation9010048>
- Laureys D, Scott J. Britton & Jessika De Clippeleer. (2020). Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1734150>
- Stevens, N., & Nieto, C. (2019). La kombucha: Los secretos de esta bebida fermentada probiótica. Editorial Sirio S.a. primera edición, 2do capítulo. ISBN: 9788417399702. Malaga, España.
- Tan L, Ren L, Cao Y, Chen X. (2012). Bacterial Cellulose Synthesis in Kombucha by *Gluconacetobacter* sp and *Saccharomyces* sp. *Advanced Materials Research* Vols. 554-556 (2012) pp 1000-1003. Online available since 2012/Jul/26. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.554-556.1000>
- Villarreal Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.-P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha tea fermentation: A review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580-588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Wang, B.; Shao, Y.; Chen, T.; Chen, W.; Chen, F. (2015). Global Insights into Acetic Acid Resistance Mechanisms and Genetic Stability of *Acetobacter pasteurianus* Strains by Comparative Genomics. *Scientific Reports*. 2015, 5, 18330. <https://doi.org/10.1038/srep18330>
- Zhu C, Li F, Zhou X, Lin L, Zhang T. (2013). Kombucha-synthesized bacterial cellulose: preparation, characterization, and biocompatibility evaluation. *J. Biomed Mater Res Part A*, 2014 May;102(5):1548-57. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.34796>

La verdad detrás de los Alimentos Funcionales

The truth behind Functional Foods

Héctor Eduardo Martínez Flores, Alfonso Topete Betancourt y Eunice Tranquilino Rodríguez

Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Contacto: eunice.tranquilino@gmail.com

Resumen. Los alimentos que aportan beneficios al organismo más allá de la nutrición básica son definidos como “alimentos funcionales”, los cuales pueden ser de origen natural, como la naranja que contienen compuestos bioactivos, como la vitamina C y β -criptoxantina precursor de la vitamina A, o procesados, como el yogurt en donde sus compuestos bioactivos son probióticos como *los Lactobacillus* o *Bifidobacterium*. Para considerarse alimentos funcionales se debe demostrar su bioeficiencia y seguridad en humanos, presentarse en forma de alimentos convencionales e incluirse como parte de una dieta equilibrada. En México, no existe una legislación regulatoria vigente que revise a los “alimentos funcionales”, como en Estados Unidos o Japón, por lo que, no se puede asignar esta denominación a productos alimenticios en el mercado nacional. Diversas investigaciones han mostrado que los compuestos bioactivos como los probióticos, prebióticos, polifenoles, ácidos grasos poliinsaturados y fitoesteroles presentes en diferentes alimentos, están asociados con la salud intestinal, efectos antioxidantes, antiinflamatorios, hipolipemiantes, y efectos positivos en la salud cardiovascular. Por lo tanto, la regulación de los alimentos funcionales en México y en el mundo representa un futuro prometedor para retrasar la aparición de muchas enfermedades crónicas, y con ello promover el bienestar de la población.

Palabras clave: Compuestos Bioactivos, Salud, Enfermedad.

Abstract. Foods that provide benefits to the body beyond basic nutrition are defined as “functional foods”, which can be of natural origin, such as oranges, that contain bioactive compounds, such as vitamin C and β -cryptoxanthin, a precursor of vitamin A, or processed, such as yogurt where its bioactive compounds are probiotics such as *Lactobacillus* or *Bifidobacterium*. To be considered functional food it must be shown to be bioactive and safe in humans, presented in the form of conventional foods, and included as part of a balanced diet. In Mexico, there is no current regulatory legislation that reviews “functional foods,” as in the United States or Japan, so it is inappropriate to assign this name to food products on the market. Various research has shown that bioactive compounds such as probiotics, prebiotics, polyphenols, polyunsaturated fatty acids and phytosterols present in different foods are associated with intestinal health, antioxidant, anti-inflammatory, lipid-lowering effects, and positive effects on cardiovascular health. Therefore, the regulation of functional foods in Mexico and in the world represent a promising future to delay the appearance of many chronic diseases, and thereby promote the well-being of the population.

Key words: Bioactive Compounds, Health, Disease.

cuando estos son fabricados con subproductos industriales, debido a algún proceso tecnológico o solo basados en el enriquecimiento con otros componentes (Granato *et al.*, 2020).

¿Cuántos tipos de alimentos funcionales existen?

Los alimentos funcionales pueden ser naturales o procesados. Un alimento natural es aquel que no ha sufrido ninguna intervención humana, por ejemplo, el aguacate o el cacao que contienen de forma natural componentes bioactivos como el escualeno y catequina respectivamente, con efectos antiinflamatorios y antioxidantes que confieren beneficios para la salud comprobados (Birch *et al.*, 2018).

Por otro lado, un alimento procesado o modificado es aquel que ha sufrido alguna modificación química, debido a la adición, eliminación, alteración o aumento en la biodisponibilidad de algún componente dentro del alimento como por ejemplo un cereal fortificado con folato o una leche con vitamina C (Walag *et al.*, 2020). Los compuestos bioactivos se consideran la fuente de la eficacia de los alimentos funcionales, siempre y cuando estén presentes en cantidades eficaces y no tóxicas (Martirosyan y Singh, 2015). De acuerdo con Yeung *et al.* (2018) los compuestos bioactivos más estudiados son los probióticos, prebióticos, polifenoles, ácidos grasos poliinsaturados y fitoesteroles, aunque la lista de este tipo de compuestos es extensa. A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de estos y se muestran en la Figura 1.

Probióticos. La Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) los describieron como “microbios vivos, que cuando se administran en cantidades adecuadas de

Introducción

En busca de una mejor calidad y esperanza de vida, los consumidores actualmente están cada vez más interesados en integrar en su dieta alimentos que cumplan funciones en el organismo más allá de la nutrición elemental, y llamados alimentos funcionales. Por lo que, recientemente el mercado de los alimentos funcionales ha cobrado un gran impulso y con ello se ha generado debate entre expertos y no expertos acerca de las características que deben de presentar (Kussman *et al.*, 2023; Dixit *et al.*, 2023; Birch *et al.*, 2018). El propósito de este artículo es abordar las principales interrogantes que rodean a este tema.

¿Qué son los alimentos funcionales?

El término de **alimento funcional** se utilizó por primera vez en Japón en 1984. Actualmente, el Departamento de Agricultura de EE.UU. define a los alimentos funcionales como “alimentos naturales o procesados que contienen compuestos biológicamente activos conocidos o desconocidos que, en cantidades definidas, efectivas y no tóxicas, proporcionan un beneficio para la salud clínicamente probado y documentado para la prevención, manejo o tratamiento de enfermedades crónicas” (Martirosyan y Singh, 2015). Aunque esta definición es clara y completa, existen interpretaciones equivocadas donde se declaran como alimentos o ingredientes funcionales,

10^8 - 10^{11} UFC/día, le confieren beneficios para la salud a los organismos huéspedes” (Munir *et al.*, 2022). Las cepas más utilizadas y estudiadas son las *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, y se incluyen principalmente en alimentos o bebidas lácteas. Su consumo está asociado con la prevención y reducción de alergias, cáncer, hipercolesterolemia, intolerancia a la lactosa, enfermedad inflamatoria intestinal y diarrea (Grom *et al.*, 2020).

Prebióticos. Están presentes de manera natural en más de 36,000 productos de origen vegetal como la cebolla, agave, espárragos, centeno, avena, alcachofas, plátanos y la achicoria, también se pueden introducir en los alimentos para aumentar su valor nutricional. Los prebióticos más consumidos e investigados son la inulina, glucooligosacáridos y fructooligosacáridos. Su función principal es estimular el crecimiento y la actividad de bacterias benéficas (conocidas como probióticos) en el intestino grueso como son los *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Bacteroides*, y estas bacterias a su vez inhiben el crecimiento de patógenos y

promueven la salud intestinal (Gibson *et al.*, 2017).

Polifenoles. Se encuentran naturalmente en verduras, frutas, cereales, té, café y otras plantas. Tienen una variedad de estructuras complejas y se dividen en ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas y taninos. Los polifenoles más estudiados son los flavonoides, y se ha mostrado que el consumo prolongado de alimentos ricos en polifenoles vegetales mejora afecciones tan diversas como la diabetes, el cáncer, la osteoporosis, las enfermedades neurodegenerativas y las enfermedades cardiovasculares (García-Conesa y Larrosa, 2020).

Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Las fuentes dietéticas son semillas oleaginosas, cereales, pescado y aceite de pescado (Kaur *et al.* 2014). El consumo de ácidos grasos Omega-3, como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), está asociado con una reducción de las enfermedades cardiovasculares y tiene efectos positivos contra marcadores de inflamación como la proteína C reactiva, y en personas con diabetes mellitus tipo 2 (Lin *et al.*, 2016).

Fitosteroles. Se encuentran en aceites comestibles, nueces, legumbres y cereales, y en menor cantidad en tubérculos, frutas y verduras. Los esteroides vegetales (sitosterol y campesterol) y sus derivados saturados, los estanoles vegetales (campestanol y sitostanol), se denominan en conjunto fitoesteroles (Kaur y Myrie, 2020). En 2010, la FDA aprobó una declaración de propiedades saludables sobre los fitoesteroles, que afirmaba que la ingesta diaria total de al menos 1.3 g de esteroides y 3.4 g de estanoles vegetales como parte de una dieta baja en grasas saturadas y colesterol, puede reducir el riesgo de enfermedades cardíacas.

¿Cuál es la diferencia entre alimentos funcionales y nutraceuticos?

Alimentos funcionales y nutraceuticos son términos que muchas veces se usan de forma indistinta, aunque estos conceptos son diferentes, y ambos pueden contar con propiedades nutritivas y beneficiosas para el organismo, sin embargo, la principal diferencia se basa en la forma en la que se consumen. Los alimentos funcionales deben presentarse en forma de alimentos tradicionales dentro de una dieta equilibrada, por ejemplo, panes adicionados con fibra o yogures que contienen probióticos de manera natural o adicionados con más probióticos, y en los que se haya evaluado su eficacia en humanos. Por otro lado, en los nutraceuticos el compuesto bioactivo se presenta en una matriz no alimentaria y es usado para mejorar la salud en dosis que exceden las que podrían obtenerse de los alimentos normales y se ingieren en forma de tabletas, extractos, cápsulas o píldoras (Gul *et al.*, 2016).

¿Cómo se desarrollan los alimentos funcionales?

Investigaciones recientes sugieren que el desarrollo de alimentos funcionales debe seguir etapas específicas, presentadas en la Figura 2. Este enfoque permitiría a los fabricantes de alimentos basar sus declaraciones de propiedades funcionales en investigaciones respaldadas. En la etapa 1, se realizan análisis en particular de los compuestos bioactivos, como su caracterización, y la identificación de los posibles beneficios para la salud. En la etapa 2, se realizan estudios *in vitro* e *in vivo* con especímenes animales, y se

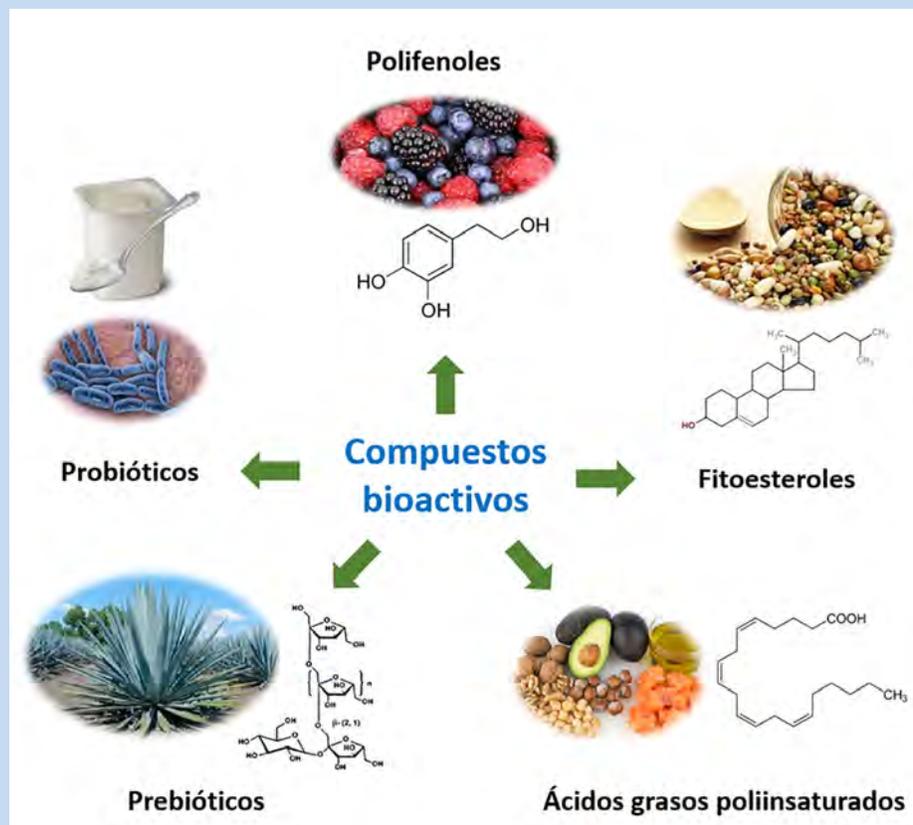


Figura 1. Principales compuestos bioactivos.



Figura 2. Etapas para el desarrollo de alimentos funcionales.

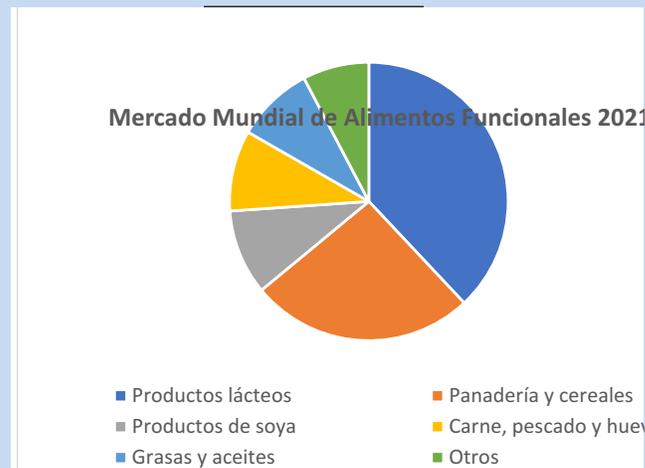


Figura 3. Mercado mundial de alimentos funcionales 2021.

seleccionan los biomarcadores adecuados para evaluar la existencia y magnitud de los efectos benéficos o nocivos para la salud. En la etapa 3, se realizan estudios en humanos, lo que implica la administración de dosis apropiadas y eficaces de los compuestos bioactivos y se realizan pruebas para evaluar las propiedades saludables y su seguridad.

En la etapa 4, se evalúan el impacto de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de matrices alimentarias que sirven como vehículo para los compuestos bioactivos, por ejemplo, yogures, productos de panadería, jugos o cereales, en los que se controla la dosis, seguridad y estabilidad de los compuestos bioactivos. En la etapa 5, se lleva a cabo la comercialización al público y se realizan campañas de concientización sobre los beneficios para la salud de los alimentos funcionales. En la etapa 6, se realizan estudios poblacionales para comprobar los efectos a largo plazo y la efectividad general de los alimentos funcionales (Martirosyan y Singh, 2015; Granato *et al.*, 2020).

Mercado de alimentos funcionales y su regulación

El mercado mundial de alimentos funcionales se estimó en 280.7 mil millones de dólares en 2021 y se espera que se expanda a una tasa de crecimiento anual compuesta del 8.5% de 2022 a 2030. Los principales alimentos funcionales consumidos son los productos lácteos como el yogurt, bebidas lácteas y las cremas con un 38

%, seguidas por el segmento de panadería y cereales, como barras de cereales y snacks funcionales como barras proteicas, barras nutritivas y barras energéticas en un 26 %, los productos de soya en un 9.9%, la carne, el pescado y los huevos en un 9.4%, y finalmente se encuentran las grasas y aceites alrededor de un 8 % como se muestra en la Figura 3 (Market Analysis Report, 2021).

Existen alimentos que son nativos de México que pueden aportar diversos compuestos bioactivos y con los cuales se pudieran considerar alimentos funcionales. Algunos ejemplos de ellos son el nopal que aporta componentes de la fibra dietética, en particular el mucílago que forma un gel que atrapa azúcares, colesterol, y triglicéridos en el tracto gastrointestinal, evitando su absorción en el organismo humano, y excretándolos en las heces, previniendo algunas enfermedades como dislipidemias y en beneficio para los diabéticos (Rodiles-López *et al.*, 2019). Otro alimento mexicano es el huitlacoche, que es el hongo que crece sobre la mazorca de maíz, proveyendo compuestos fenólicos (Valdez-Morales *et al.*, 2016). Y finalmente, los diferentes maíces coloridos de gran aceptación en algunas regiones del país, donde se consumen en forma de tortillas, como son los maíces morados, azules, rojos y negros. Dichas coloraciones se las otorgan las antocianinas que son compuestos fenólicos, y son potentes antioxidantes (Petroni *et al.*, 2014).

En México no existe una legislación para regular a los alimentos funcionales

y es por este motivo que existe controversia asociada con los criterios que deben de cumplir. No obstante, algunos países han tenido avances en este tema, como Estados Unidos, donde están siendo revisados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), en la Unión Europea mediante la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y en Japón es regulado por el Ministerio de Salud y Bienestar (MHW) (Brown *et al.*, 2018). Por lo tanto, en México es indispensable contar con la colaboración entre los sectores de la ciencia, industria y salud, para garantizar su seguridad, estabilidad y efectividad y en un futuro próximo estos puedan estar sujetos a regulación y puedan comercializarse bajo la denominación de “alimentos funcionales”.

Conclusión

Los alimentos funcionales tienen un futuro prometedor como aliados en la reducción del riesgo de muchas enfermedades crónicas, como las cardiovasculares, neurodegenerativas, cáncer, diabetes, así como en la salud intestinal. Sin embargo, es indispensable comprobar sus efectos benéficos, para evitar desinformar y confundir a los consumidores. Además, un consenso a nivel mundial sobre los criterios que deben cumplir estos alimentos facilitaría la colaboración entre el sector científico, la industria alimentaria y el sector gubernamental, para impulsar su investigación, desarrollo y producción, con la finalidad de promover el bienestar de la población.

Referencias

- Birch, C. S., Bonwick, G. A. (2018). Ensuring the future of functional foods. *International journal of food science and technology*, 54, 1467-1485. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>
- Brown, L., Caligiuri, S. P., Brown, D., Pierce, G. N. (2018). Clinical trials using functional foods provide unique challenges. *Journal of Functional Foods*, 45, 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.01.024>
- Dixit, V., Kamal, W. J., Chole, P. B., Dayal, D., Chaubey, K. K., Pal, A. K., Xavier, J., Manjunath, B. T., Bachheti, R. K. (2023). Functional foods: Exploring the health benefits of bioactive compounds from plant and animal sources. *Journal of food quality*, 1, 1-22. <https://doi.org/10.1155/2023/5546753>
- FDA US Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services. (2011, February 2) Food Labeling; Health Claim; Phytosterols and Risk of Coronary Heart Disease. The Daily Journal of the United States Government, 9525-9527. <https://www.federalregister.gov/d/2010-30386>
- García-Conesa, M. T., & Larrosa, M. (2020). Polyphenol-rich foods for human health and disease. *Nutrients*, 12(2), 400. <https://doi.org/10.3390/nu12020400>
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K., Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 14(8), 491-502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovacevic, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11, 93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Grom, L., Coutinho, N., Guimarães, J., Balthazar, C., Silva, R., Rocha, R., Freitas, M., Duarte, M., Pimentel, T., Esmerino, E., Silva, M., Cruz, A. (2020). Probiotic dairy foods and postprandial glycemia: A mini-review. *Trends in Food Science & Technology*, 101, 165-171. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.012>
- Gul, K., Singh, A. K., Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and functional foods: the foods for the future world. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(16), 2617-2627.
- Kaur, N., Chugh, V., & Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods-a review. *Journal of food science and technology*, 51, 2289-2303. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0677-0>
- Kaur, R., & Myrie, S. B. (2020). Association of dietary phytosterols with cardiovascular disease biomarkers in humans. *Lipids*, 55(6), 569-584. <https://doi.org/10.1002/lipid.12262>
- Kussmann, M., Cunha, A. H. D., Berciano, S. (2023). Bioactive compounds for human and planetary health. *Frontier in Nutrition*, 10, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1193848>
- Lin, N., Shi, J. J., Li, Y. M., Zhang, X. Y., Chen, Y., Calder, P. C., & Tang, L. J. (2016). What is the impact of n-3 PUFAs on inflammation markers in type 2 diabetic mellitus populations? a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Lipids in health and disease*, 15, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12944-016-0303-7>
- Market Analysis Report. (2021). Functional Foods Market Size, Share & Trends Analysis Report By Ingredient (Carotenoids, Prebiotics & Probiotics, Fatty Acids, Dietary Fibers), By Product, By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2022 - 2030. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/functional-food-market/toc>
- Martirosyan, D. M., & Singh, J. (2015). A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?. *Functional foods in health and disease*, 5(6), 209-223. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v5i6.183>
- Munir, A., Javed, G. A., Javed, S., Arshad, N. (2022). *Levilactobacillus brevis* from carnivores can ameliorate hypercholesterolemia: In vitro and in vivo mechanistic evidence. *Journal of Applied Microbiology*, 133(3), 1725-1742. <https://doi.org/10.1111/jam.15678>
- Petroni, K., Pilu, R., & Tonelli, C. (2014). Anthocyanins in corn: a wealth of genes for human health. *Planta*, 240, 901-911. <https://doi.org/10.1007/s00425-014-2131-1>
- Rodiles-López, J. O., Arriaga-Martínez, L. P., Martínez-Flores, H. E., Zamora-Vega, R., García-Martínez, R. M. (2019). Desarrollo de una tortilla adicionada con harinas de aguacate y nopal y su efecto en la reducción de colesterol, triglicéridos y glucosa en ratas. *Biotecnia*, 21(2), 71-77. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i2.909>
- Valdez-Morales, M., Carlos, L. C., Valverde, M. E., Ramírez-Chávez, E., Paredes-López, O. (2016). Phenolic compounds, antioxidant activity and lipid profile of huitlacoche mushroom (*Ustilago maydis*) produced in several maize genotypes at different stages of development. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71, 436-443. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0572-3>
- Walag, A. M., Ahmed, O., Jeevanandam, J., Akram, M., Ephraim-Emmanuel, B., Egbuna, C., Semwal, P., Iqbal, M., Hassan, S., Uba, J. O. (2020). Health benefits of organosulfur compounds. *Functional foods and nutraceuticals: bioactive components, formulations and innovations*, 445-472.
- Yeung, A. W. K., Mocan, A., Atanasov, A. G. (2018). Let food be thy medicine and medicine be thy food: A bibliometric analysis of the most cited papers focusing on nutraceuticals and functional foods. *Food Chemistry*, 269, 455-465. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.139>

• Enviado: mayo 08, 2024 • Aceptado: agosto 12, 2024

Absorción y descomposición de nutrientes: conociendo el sistema digestivo y la microbiota

Absorption and breakdown of nutrients: knowing the digestive system and the microbiota

Asdrubal Aguilera Méndez, Lorena Martínez Alcántar y Marlene Estefanía Campos Morales

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas-UMSNH
Contacto: 1435830h@umich.mx

Resumen. Tenemos que comer; nos gusta comer; comer nos hace sentir bien, el impulso del hambre debe satisfacerse todos los días. Los alimentos desempeñan un papel fundamental en nuestra vida cotidiana, no sólo por su sabor y su papel social, sino también por su importancia como fuente de nutrientes esenciales, cada uno con su función específica en el cuerpo. La alimentación abarca cualquier sustancia, ya sea sólida o líquida, ingerida por los seres vivos con el propósito de obtener nutrientes mediante el proceso de digestión y el uso de la maquinaria de los microorganismos de la microbiota. Pero

sabemos realmente ¿de qué están hechos los alimentos?, ¿qué pasa con ellos una vez que los consumimos?, ¿cómo es que se transforman dentro de nosotros?, ¿cuál es la función de las bacterias?, ¿cómo participan las bacterias en este proceso?, ¿cuál es la relación de las bacterias con la alimentación?, en este artículo realizaremos un viaje y conoceremos la ruta que siguen los alimentos y su relación con las bacterias de la microbiota intestinal.

Palabras clave: nutrientes, sistema digestivo, microbiota intestinal.

Abstract. We have to eat; we derive pleasure from the act of consumption; eating makes us feel good, the hunger impulse must be satisfied every day. Food assumes a pivotal role in our daily existence, not merely for its sensory appeal and sociocultural significance, but also for its intrinsic importance as a reservoir of essential nutrients, each endowed with specific functionalities within the human physiological framework. Nutrition encompasses any substance, whether solid or liquid, ingested by living beings for the purpose of obtaining nutrients through the process of digestion and the use of the machinery of microbiota microorganisms. But do we genuinely comprehend the composition of the edibles we ingest? What fate befalls them subsequent to consumption? How do they metamorphose within our physiological milieu? How do they transform inside us? What is the function of bacteria? How do bacteria participate in this process? What is the relationship of bacteria with nutrition? In this article, we embark on an exploratory journey to elucidate the trajectory of ingested food and its interplay with the bacterial inhabitants of the gut microbiota.

Key words. nutrients, digestive system, gut microbiota.

Explorando la composición de un alimento: nutrientes

La alimentación desempeña un papel vital en la salud, nuestras células, tejidos, órganos y sistemas funcionan correctamente con los alimentos nutritivos que ingerimos. Todas las funciones corporales, metabólicas, hormonales, mentales, físicas o químicas no pueden ser realizadas de forma adecuada por el cuerpo sin el consumo de alimentos ricos en nutrientes. Los nutrientes son compuestos químicos vitales para el cuerpo humano, necesarios para mantener las funciones básicas (Fox, 2019). Encontramos cinco categorías principales de nutrientes: carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. Los carbohidratos, lípidos y proteínas, considerados macronutrientes, son los más abundantes, aportan la mayor parte

de la energía al cuerpo, consumiéndose en grandes cantidades, mientras que el agua, aunque es necesaria en grandes cantidades, no proporciona energía. Las vitaminas y los minerales, conocidos como micronutrientes, son esenciales en pequeñas cantidades diarias y desempeñan roles cruciales en el metabolismo (Morris & Mohiuddin 2023).

Obtención de nutrientes a través de la digestión

El cuerpo humano requiere alimentos que proporcionen energía, promuevan el crecimiento y reparen sus tejidos. Para lograr esto, los alimentos que consumimos emprenden un viaje a través del aparato digestivo, donde se transforman en sus componentes más básicos, como glucosa (azúcares), aminoácidos (proteínas) y ácidos grasos

(grasas). Estos compuestos son absorbidos en el torrente sanguíneo desde el intestino delgado y luego son transportados a todas las células del cuerpo para cumplir sus funciones vitales. La digestión implica descomponer físicamente por movimientos fuertes y constantes a los alimentos en partículas más pequeñas, para posteriormente degradar aún más la estructura molecular de los compuestos ingeridos por medio de las enzimas digestivas (tanto humanas como provenientes de microorganismos) en una forma que sean absorbibles en el torrente sanguíneo (figura 1). El proceso de digestión se produce en la cavidad oral, el estómago y el intestino delgado y grueso. Además, la digestión requiere las secreciones de los órganos digestivos accesorios como el páncreas, el hígado y la vesícula biliar (figura 2) (Justin & Dhamoon 2022).

El viaje de los alimentos

El viaje de los alimentos para convertirse en nutrientes comienza en la boca, donde los alimentos se descomponen mecánicamente por la masticación y se humedecen con la saliva. Aquí, el alimento sufre su primera transformación, ya que se forma el bolo alimenticio, el cual se traga con ayuda de la lengua. El alimento continúa su viaje para adentrarse en un túnel llamado faringe y seguirá por el esófago hasta llegar a la siguiente parada llamada estómago. En este sitio se encuentra el jugo gástrico, compuesto principalmente por ácido clorhídrico y agua. Además, contiene otros compuestos como cloruro de sodio y potasio, y enzimas como la pepsina, lipasas y disacarasas (Tresguerres, 2005), que ayudan a digerir a las proteínas, lípidos y carbohidratos, respectivamente. Estos elementos se mezclan para formar un río de jugo gástrico, cuya función es facilitar la ruptura de los alimentos, especialmente de las proteínas. Posteriormente, el alimento ya degradado sale del estómago y continúa su viaje, dirigiéndose hacia el siguiente sitio, denominado intestino delgado. Este lugar es un largo tubo muscular semejante a una "cueva", donde se absorben los nutrientes. Esta región está forrada con millones de proyecciones (semejantes a estalactitas y estalagmitas) en forma de dedo llamadas microvellosidades. Cada microvellosidad está vinculada a una red de capilares, los cuales tienen la función de transportar los

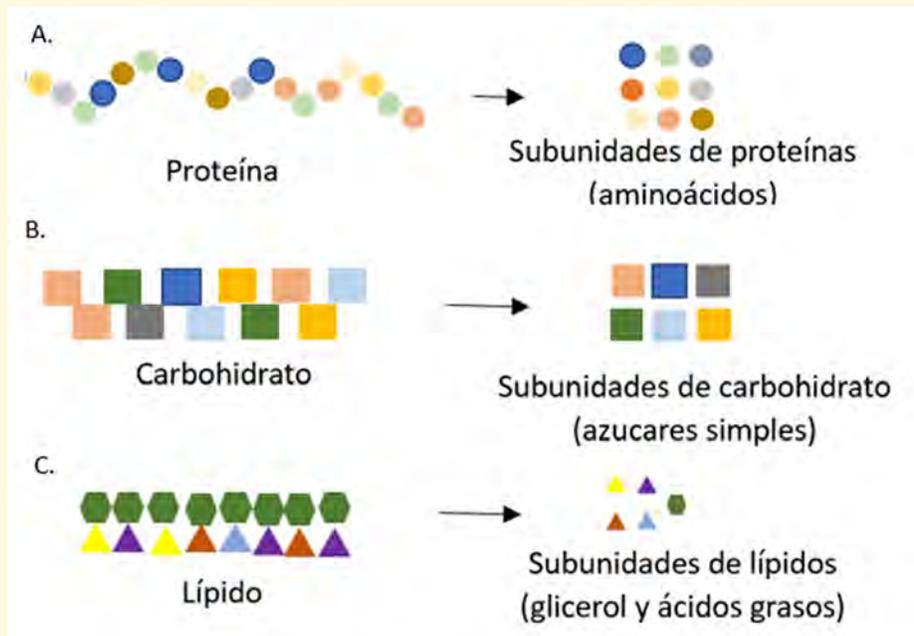


Figura 1. Representación de estructuras de las diferentes macromoléculas y sus subunidades. A. Proteínas, subunidades son los aminoácidos B. Carbohidratos, subunidad son los azúcares simples. C. Lípidos, subunidades son el glicerol y ácidos grasos. Los macronutrientes como son proteínas, carbohidratos y lípidos, para poder ser absorbidos y utilizados por el organismo se deben descomponer a estructuras más pequeñas, conocidas como subunidades que son los aminoácidos, azúcares simples, glicerol y ácidos grasos respectivamente.

nutrientes hacia el torrente sanguíneo y los demás productos de la digestión, incluida el agua, los cuales cruzan la mucosa y entran en la linfa o la sangre.

Fin del viaje: Intestinos y absorción de nutrientes

El viaje del alimento que inicio en la boca tiene como destino final los intestinos delgado y grueso. El intestino delgado recibe su nombre porque tiene un diámetro menor en comparación con el intestino grueso y es caracterizado por una mayor longitud, una pared más delgada y lisa, con abundantes microvellosidades; consta de tres partes,

la primera se llama duodeno, el yeyuno está en el medio y el íleon al final. El intestino delgado se caracteriza por poseer una alta cantidad de enzimas provenientes del páncreas, las cuales facilitarán la digestión de las macromoléculas y la neutralización de los líquidos ácidos provenientes del estómago, este suceso se apoyará con la presencia de una corriente de bilis, proveniente de la vesícula biliar y producida en el hígado, formada por sales biliares, que funcionan como emulsificantes y reguladores del metabolismo de lípidos. El intestino grueso (también denominado colon) es la última estructura en procesar los

alimentos. A diferencia del intestino delgado, el colon tiene una longitud menor y una pared más gruesa (Fox, 2019). Esta sección del tracto gastrointestinal desempeña un papel crucial en la formación de las heces mediante la absorción de agua del contenido intestinal durante el proceso digestivo. Además de su función en la elaboración, almacenamiento y evacuación de las heces, el colon alberga una población mayor de microbiota intestinal, invisible a simple vista, pero que tiene un peso de alrededor de 1 a 2 kilogramos. Sin embargo, el intestino grueso tiene una capacidad digestiva limitada. Es importante destacar que para llevar a cabo fielmente su función, en los intestinos habita una gran variedad de bacterias que desempeñan un papel crucial en la digestión y absorción de nutrientes. Este ecosistema es conocido como Microbiota intestinal.

Microbiota: ¿micro qué?

Sabemos que existen bacterias que tienen la capacidad de generar enfermedades las cuales conocemos como patógenos; sin embargo, existen bacterias “buenas” que residen de forma normal en el cuerpo humano (denominadas en conjunto como microbiota), especialmente en el tracto gastrointestinal. Aunque la microbiota intestinal está compuesta por microorganismos como hongos, protozoos y arqueas, posee aproximadamente miles de millones de bacterias (1×10^{14}), siendo la dieta uno de los principales determinantes del número y diversidad de microorganismos que la conforman (Icaza, 2013). La microbiota intestinal desempeña un papel fundamental en la salud y el bienestar del hospedador, ya que contribuyen a la regulación del sistema inmunológico, modulan diversas funciones del sistema nervioso central como la movilidad, el aprendizaje y la memoria y cumplen funciones esenciales como la producción de vitaminas y la promoción del movimiento intestinal o peristalsis (Garza-Velasco et al., 2021).

La microbiota intestinal ha coevolucionado con el huésped humano para desempeñar funciones relacionadas con el desarrollo y las funciones intestinales, la síntesis de micronutrientes (como las vitaminas) y el metabolismo de fármacos. Además, cada vez hay más pruebas de que también desempeña un

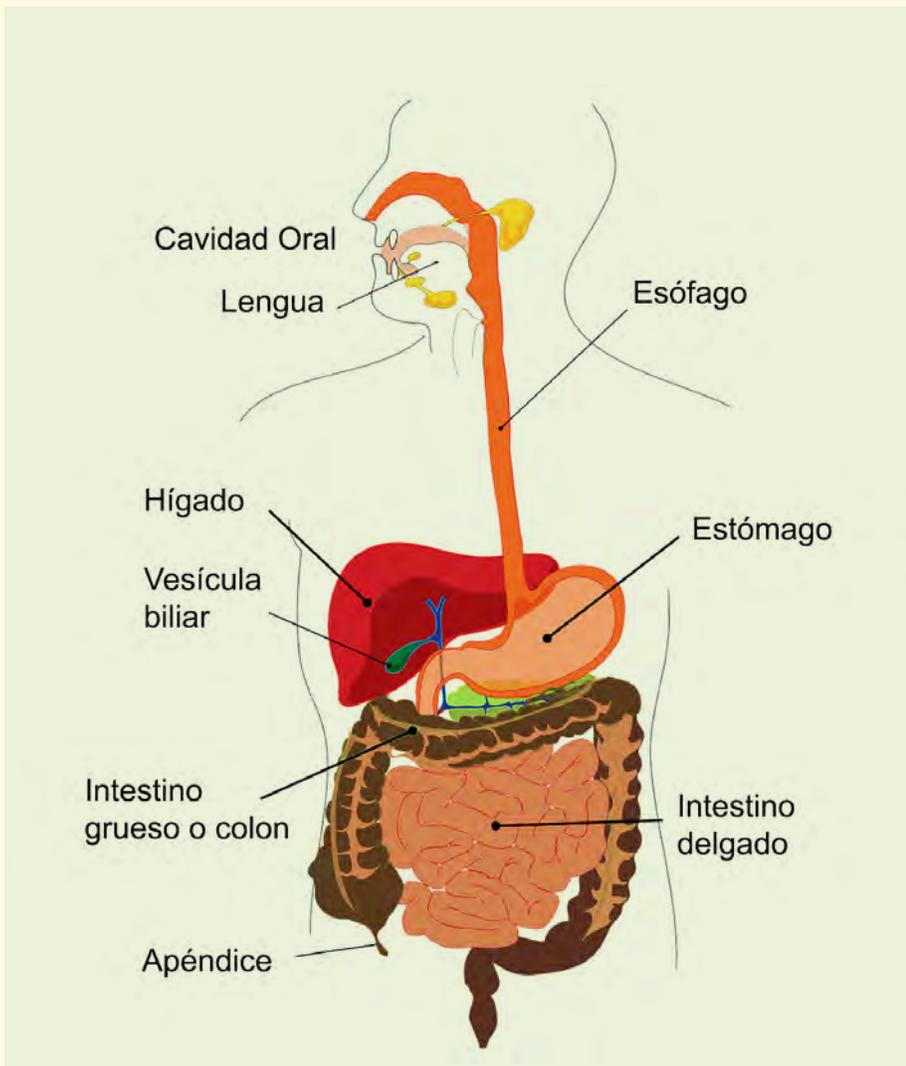


Figura 2. Esquema de las diferentes partes del cuerpo y órganos que conforman el aparato digestivo en los humanos. Se encuentra conformado por la cavidad oral (participa en la formación del bolo alimenticio, lugar donde comienza el proceso de digestión), la lengua (músculo que ayuda a deglutir el bolo alimenticio), esófago (conducto que transporta el bolo alimenticio hacia el estómago), estómago (se lleva a cabo la degradación de alimentos mediante enzimas y jugo gástrico), vesícula biliar (almacena y libera bilis, la cual ayuda en proceso de digestión), hígado (producción de bilis y metabolismo de macromoléculas), intestino delgado (digestión y absorción de macromoléculas), intestino grueso o colon (gran presencia de microbiota intestinal y absorción de agua), recto (segmento final del intestino grueso, donde se encuentran ya formadas las heces antes de su expulsión) y ano (segmento final del tubo digestivo por donde salen las heces).

papel importante en la obtención, el almacenamiento y el gasto de la energía obtenida de la dieta. Los carbohidratos y las proteínas no digeribles que llegan al colon representan entre el 10% y el 30% de la energía total ingerida y sin la actividad de la microbiota intestinal, generalmente estos se eliminarían a través de las heces sin ser absorbidos. Estos macronutrientes se fermentan en el colon por acción de la microbiota en ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Estos se utilizan como fuente de energía por las células del colon o se transportan a varios tejidos periféricos para su posterior metabolismo (Morris & Mohiuddin 2023).

Los microorganismos del intestino grueso permiten al huésped recuperar energía a partir de carbohidratos y proteínas que, de otro modo, serían indigeribles, ya que proporcionan una serie de enzimas necesarias para su metabolismo. Por ejemplo, *Bacteroides thetaiotaomicron* un importante microbio comensal del intestino, produce más de 241 enzimas necesarias para descomponer carbohidratos no asimilables, mientras que el genoma humano sólo contiene 98. Por lo tanto, la microbiota intestinal proporciona al huésped humano la capacidad de degradar polisacáridos vegetales, mejorando el equilibrio energético del huésped (Morris & Mohiuddin 2023).

La microbiota del colon, desempeñan también un papel crucial en la absorción de agua en el intestino grueso. Aunque las bacterias en sí mismas no son responsables directas de la absorción de agua, su presencia y actividad tienen un impacto significativo en el proceso. Durante la fermentación de la fibra dietética y la producción de AGCC, estos metabolitos aumentan la presión osmótica en el colon, lo que favorece la absorción de agua desde el intestino hacia la circulación sanguínea. Así mismo el proceso de absorción de AGCC por las células epiteliales del colon está acoplado al transporte de agua, lo que aumenta la absorción de este líquido. Algunas especies bacterianas en la microbiota también pueden estimular la motilidad intestinal, lo que contribuye al movimiento regular de las heces a través del colon, lo que facilita la exposición del contenido intestinal al revestimiento del colon y promueve una absorción eficiente de agua (Garza-Velasco et al., 2021).

Microbiota saludable = Individuo Saludable

La composición de la microbiota intestinal es esencial para el mantenimiento de la salud en general, mientras que un desequilibrio puede conducir a una amplia gama de problemas de salud.

Existe una microbiota permanente, que adquirimos al nacer y durante los primeros años de vida, y que rara vez cambia. En contraste, también podemos tener microbiota transitoria que se presenta solo por periodos determinados y que está en función de factores externos como la alimentación, las condiciones ambientales y el consumo de antibióticos, entre otros.

Los componentes estructurales y/o metabolitos bacterianos son suficientes para inducir el desarrollo y la maduración de órganos, así como participan en procesos fisiológicos en el huésped, nos hace darnos cuenta de la importancia del ecosistema microbiano en el mantenimiento de un estado saludable. El equilibrio del ecosistema microbiano intestinal, denominado eubiosis, es un concepto fundamental. En el año 400 a.C. Hipócrates decía que «la muerte está en los intestinos» y que «una mala digestión es el origen de todos los males». Ali Metchnikoff, sugirió que la mayoría de las enfermedades comienzan en el tracto digestivo cuando las bacterias «buenas» ya no son capaces de controlar a las «malas».

A este trastorno lo denominó disbiosis, es decir, un ecosistema en el que las bacterias ya no conviven en armonía. Una microbiota intestinal en estado eubiótico se caracteriza por una preponderancia de especies potencialmente beneficiosas, pertenecientes principalmente a los dos filos bacterianos Firmicutes y Bacteroides, mientras que las especies potencialmente patógenas, son pertenecientes al filo Proteobacteria (Enterobacteriaceae) y están presentes en un porcentaje muy bajo. En caso de disbiosis, las «bacterias buenas» dejan de controlar a las «bacterias malas», que toman el control (Zhang et al., 2015).

Sin saber si la disbiosis intestinal es la causa o la consecuencia, puede contribuir al desarrollo o empeoramiento de muchas

enfermedades. A largo plazo, la disbiosis tiene consecuencias graves como la incapacidad de absorber adecuadamente los nutrientes de los alimentos, esto conduce a un envejecimiento prematuro, fatiga crónica e inflamación. Entre las enfermedades asociadas a la disbiosis se incluyen las enfermedades inflamatorias intestinales, enfermedades neurodegenerativas, cáncer colorrectal, enfermedades hepáticas, alergias y afecciones relacionadas con la nutrición, como la obesidad, la diabetes tipo 2 y la celiaquía, así como la fibromialgia, las migrañas y la artritis reumatoide (por mencionar algunas).

Influencia de la microbiota en el estado de ánimo y la salud mental

En las últimas décadas, las investigaciones sugieren que la microbiota intestinal no solo ayuda a mantener nuestro cerebro en perfecto estado de funcionamiento sino que también puede ayudar a dar forma a nuestros propios pensamientos y comportamiento. La microbiota intestinal pueden modular el sistema inmunológico y producir moléculas que afectan directamente a las neuronas, regulando su actividad. También influyen en el desarrollo temprano de las neuronas, afectando los circuitos y comportamientos cerebrales a largo plazo; a corto plazo, estos microorganismos pueden regular la producción de serotonina, un neurotransmisor que se encarga de generar sensaciones de bienestar, relajación y satisfacción. Asimismo, se ha evidenciado una conexión entre los estados de disbiosis y la aparición de enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer y Parkinson (Bustos et al., 2022). En el año 2013, científicos irlandeses introdujeron el concepto de “psicobiótico” para describir probióticos potencialmente beneficiosos para personas con trastornos psiquiátricos. Sin embargo, la aplicación de probióticos para tratar trastornos mentales en humanos es aún un campo de estudio reciente.

Para cuidar nuestra salud intestinal, es importante mantener una dieta balanceada rica en fibras a través del consumo de frutas y verduras, así como consumir probióticos y prebióticos. Disminuir el consumo prolongado de antibióticos o la automedicación con productos antimicrobianos, ya que esto

también puede contribuir a mantener la cantidad y diversidad de microorganismos benéficos en la microbiota.

Conclusión

El proceso de digestión y descomposición de los alimentos es fundamental para la obtención de energía. Este proceso que resulta complejo, no sólo implica la participación del aparato digestivo, sino que también se complementa con la actividad de los microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal, pertenecientes a la microbiota, en especial las bacterias. Estos microorganismos contribuyen significativamente a la eficiencia del proceso de obtención de nutrientes, haciéndolo indispensable para el mantenimiento de la salud del individuo.

Referencias

- Badui Dergal, S. (2016). Química de los alimentos. México, Pearson Educación.
- Bustos-Fernández, Luis María, & Hanna-Jairala, Ignacio. (2022). Eje cerebro intestino microbiota. Importancia en la práctica clínica. *Revista de Gastroenterología del Perú*, 42(2), 106-116. Epub 00 de abril de 2022. <https://dx.doi.org/10.47892/rgp.2022.422.1438>
- Fox, S. I. (2019). Fisiología humana. McGraw-Hill. Cap, 18, 619-660. 15ª ed.
- Garza-Velasco, Raúl, Garza-Manero, Sylvia Patricia, & Perea-Mejía, Luis Manuel. (2021). Microbiota intestinal: aliada fundamental del organismo humano. *Educación química*, 32(1), 10-19. Epub 13 de agosto de 2021. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75734>
- Icaza-Chávez M.E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad, *Revista de Gastroenterología de México*, Volume 78, Issue 4, 2013, Pages 240-248
- Justin J., & Dhamoon, A. S. (2022). Physiology, Digestion. In StatPearls. StatPearls Publishing
- Morris, A. L., & Mohiuddin, S. S. (2023). Biochemistry, Nutrients. In StatPearls. StatPearls Publishing. Biochemistry, Nutrients - PubMed (nih.gov)
- Tresguerres, J. A. F. (2005). Fisiología humana. In Fisiología humana. McGraw-Hill (pp. 682-760). 3ª. Ed.
- Zhang, Y. J., Li, S., Gan, R. Y., Zhou, T., Xu, D. P., & Li, H. B. (2015). Impacts of gut bacteria on human health and diseases. *International journal of molecular sciences*, 16(4), 7493-7519.

Apicultura: Diversidad más allá de la miel

Beekeeping: Diversity beyond honey

Hilaria Guadalupe Avila Cruz¹, Mauricio Perea Peña¹ y Enrique Pascual Alvarado²

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (IIAF-UMSNH). ²Posdoctorante IIAF-UMSNH. Morelia, Mich., México.

Contacto: enrique.pascual@umich.mx

Resumen. La apicultura es la práctica dedicada al cuidado de las abejas del género *Apis* para la obtención de productos de la colmena. No obstante, este sector enfrenta desafíos que afectan su sostenibilidad, como la saturación del mercado, fluctuaciones de precios, consumo *per capita* bajo, dependencia casi exclusiva a este producto. Estos factores no solo comprometen la producción, sino también la rentabilidad de los apicultores. El objetivo de este artículo es explorar cómo la diversificación puede maximizar los beneficios de los productos de la colmena, mejorar su calidad y fomentar el crecimiento de la apicultura. A través de una revisión bibliográfica, se analizaron diferentes derivados de la colmena, como la miel, cera, propóleo y polen, destacando la miel como el mayor generador de ingresos de este sector, se identificó relevancia al diversificar productos a partir de la miel, dado que al hacerlo se toma a un mayor número de segmentos de mercado, aumentando así los ingresos de los apicultores, además se identifican las diferentes propiedades que presenta la miel y se reconoce que las propiedades probióticas de la miel han sido muy poco estudiadas por lo cual se pretende profundizar en esta área. En conclusión, la diversificación ayuda a reducir la dependencia a este único producto, tratando así de aumentar el consumo *per capita* y aumentando los ingresos de pequeños apicultores, lo que beneficia de forma indirecta a las poblaciones de *Apis mellifera*.

Palabras clave: Colmena, Derivados, Diversificación.

Abstract. Beekeeping is the practice of caring bees for the production of derivative products. This article explores the wide range of bee products derived from the hive, such as honey, wax, propolis and pollen, and highlights the importance of diversifying the products derived from this practice. Diversifying not only maximizes the uses in different industries, from cosmetics to pharmaceuticals, but also enhances the value of the bee product and promotes sustainability in beekeeping. The development of innovative products, such as ointments, food supplements and beauty products, allows diversifying and opening new economic opportunities for beekeepers. Understanding and exploring the possibilities of diversification makes it possible to maximize the benefits of bee products, improve the quality of available products and promote the growth of beekeeping.

Keywords. Beekeeping, honey derivatives, diversification.



Figura 1. A) Enjambre de abejas sobre flor de mezquite. B) Especimen de *Apis mellifera* colectando néctar y polen de mezquite. Fuente: Granja Agroecológica el Santuario.

Introducción

La apicultura es la práctica de criar y manejar abejas melíferas con el fin de obtener productos como miel, cera, propóleos, polen y jalea real, es una actividad económica significativa que va más allá de la producción de miel; es una fuente clave de ingresos y empleo en muchas regiones del mundo, especialmente en áreas rurales (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

De los productos elaborados por las abejas, la miel es la más consumida. Las abejas la elaboran a partir del néctar recolectado de las plantas que estas recogen (Figura 1), transforman y combinan con sustancias específicas propias y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que se añeje, cuya composición, color y sabor dependerá de las flores disponibles para obtener el néctar, del clima, el tipo de suelo y el manejo apícola (Suescún y Vit, 2008; Medina y Portillo, 2017 y García et al., 2022). La miel ha sido utilizada como alimento desde el periodo Mesolítico, esto es 7000 años a.C. hasta la actualidad; ha sido consumida por los egipcios, griegos y mayas (Ulloa et al., 2010 y Ramos y Pacheco, 2016).

Productos de la colmena

Además de la miel, la colmena (Figura 2) provee otros insumos útiles para el ser humano como el polen, que es una combinación de polen floral, néctar y saliva de abeja, que se emplea como suplemento alimenticio por su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales. Este producto natural no solo fortalece el sistema inmunológico, sino que también ofrece propiedades energéticas, se comercializa comúnmente como polen corbicular (Dussart y Bartholomé, 2007).

La jalea real es una sustancia rica en nutrientes producida por abejas jóvenes (de 9 a 12 días de edad) y alimenta tanto a las larvas como a la abeja reina. Este suplemento natural es altamente valorado por su efecto energizante, debido a su alto contenido en vitamina B, y por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que benefician la piel. Además, aporta proteínas y minerales como potasio, calcio, zinc y hierro, y vitaminas esenciales como la C y varias del grupo B, lo que hace de la jalea real un complemento nutricional



Figura 2. Recolección de productos de la colmena. Fuente: Granja Agroecológica el Santuario.

muy completo (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024).

Por otro lado, el propóleo, una resina recolectada de árboles y plantas, es usado en medicina natural por sus cualidades antibacterianas, antivirales y de refuerzo al sistema inmune. En cuanto a la cera de abejas, elaborada por abejas obreras a partir de sus glándulas abdominales, tiene aplicaciones diversas: desde cosméticos y velas hasta productos para el cuidado de muebles y cuero, y como recubrimiento de alimentos (Ramos y Pacheco, 2016). Entre todos estos derivados apícolas, la miel sigue siendo el producto principal, tanto en volumen de producción como en ingresos.

En la actualidad existen diversos productos derivados de la miel, que se han incorporado al mercado y que además han tenido un éxito de aceptación en él, satisfaciendo múltiples necesidades, tanto en la industria farmacología, medicinal, alimenticias y en el cuidado personal, como es el uso de cremas antienvjecimiento, cuidado de miel, entre otras, un caso exitoso de un producto con valor agregado, que logra ser rentable, al general mayores oportunidades de ventas y de ingresos, es la elaboración de hidromiel, una bebida fermentada que, según estudios en Argentina, puede ser más rentable que la miel debido a sus bajos costos de elaboración y su creciente demanda (Kember et al., 2018).

Propiedades medicinales de la miel

Este alimento presenta múltiples propiedades antibacterianas, antisép-

ticas, antioxidantes, conservantes, medicinales y energéticas (García et al., 2022), es ampliamente valorada no solo por su sabor y cualidades culinarias, sino también por sus propiedades medicinales y nutricionales, contiene azúcares naturales como la fructosa y la glucosa, además de enzimas, vitaminas, minerales y antioxidantes.

La miel es mucho más que un simple endulzante; es un alimento repleto de beneficios para la salud además de su sabor único, en su composición encontramos azúcares naturales, como fructosa y glucosa, junto con vitaminas, minerales y enzimas que la convierten en una aliada en la nutrición y el bienestar (García et al., 2022).

Una de las proteínas clave de la miel, llamada defensiva, actúa contra bacterias y ayuda a la cicatrización de heridas, esto se debe a sus componentes naturales, como el peróxido de hidrógeno, que crean un ambiente donde los microbios no pueden prosperar, facilitando la limpieza y sanación de la piel (Aurongzeb y Azim, 2011; Lavandera, 2011).

Además, los antioxidantes de la miel protegen las células del daño oxidativo, ayudando a prevenir enfermedades como el cáncer y problemas cardíacos, los flavonoides en ella ayudan a neutralizar los radicales libres y combatir el envejecimiento celular (García et al., 2022).

A pesar de estos beneficios bien conocidos, aún hay un mundo de oportunidades por explorar en el estudio de la miel. Además, aunque algunas investigaciones han identificado propiedades probióticas en ciertos tipos

de miel, la mayoría de estos beneficios aún no se ha investigado en profundidad. Estas propiedades podrían transformar la miel no solo en un producto nutritivo, sino también en una fuente de probióticos que se puedan usar en conjunto con otros insumos para la elaboración de derivados con dichas propiedades, promoviendo la salud digestiva y fortaleciendo el sistema inmunológico, lo que la posicionaría como un alimento funcional, innovador y saludable, este enfoque también ayudaría a diversificar el sector apícola, agregando valor a la producción de miel y beneficiando a los productores que buscan destacarse en el mercado actual.

En conjunto, estos avances en la investigación y aprovechamiento de la miel no solo diversificarían los usos de este producto, sino que también permitirían a los apicultores añadir valor a su oferta, fortaleciendo la sostenibilidad y competitividad del sector apícola.

Productos derivados de la miel

En este apartado, se exponen los principales sectores de la industria en donde se ha utilizado a la miel como base para la elaboración de productos derivados.

En la industria farmacéutica, se han desarrollado ungüentos a base de miel, hidrogeles combinados con quitosano y gelatina, otros productos derivados de la miel incluyen tubos, fibras de curación, gases impregnados, geles antibacteriales y suspensiones coloidales, (Ramos y Pacheco, 2016). Además, se ha desarrollado una tintura de propóleo, para el tratamiento de heridas (Dussart y Bartholomé, 2007).

En la industria cosmética (Figura 3), se han desarrollado principalmente champús, jabones, cremas hidratantes (Ramos y Pacheco, 2016 y Dussart y Bartholomé, 2007). Además, también existen cremas antienvjecimiento, despigmentantes, y blanqueadores cutáneos, ungüentos para labios, lociones para después del sol, tónicos, acondicionadores y jabones, que combinan miel y cera de abejas con una base de glicerina y coco (Ramos y Pacheco, 2016; Sánchez et al., 2023).

En la industria alimenticia la miel se ha utilizado para la elaboración de dulces tradicionales mexicanos como paletas, aglomerante, endulzante en la elaboración de palanquetas de cacahuete, semilla de calabaza, ajonjolí, nuez y alegrías a base de amaranto; entre las nuevas tendencias se encuentran en popotes con miel ya sea únicamente miel o con esencia de limón y chamoy, bolitas (perlitas) de miel con propóleo, clorofila o chamoy, dulces de miel con propóleo y mermeladas. (Dussart y Bartholomé, 2007 y Ramos y Pacheco, 2016).

Se han elaborado bebidas alcohólicas como en el vino miel (Aleluma y Paredes 1995 y Ramos y Pacheco, 2016), el hidromiel y aguamiel, mismas que pueden llevar frutas, especias o granos que contribuyan principalmente al aroma (Imagen 3) (Dussart y Bartholomé, 2007 y Kember et al., 2018).

Beneficios de la diversificación

La necesidad de diversificar e innovar en la creación de productos a partir de la miel es crucial para aumentar su consumo. En México, de acuerdo con el Instituto Nacional de

Estadística, Geografía e Informática (2024), el consumo *per capita* es de 163 a 280 gramos por año. Aunado a ello, los apicultores dependen casi del producto miel como única opción de venta, lo que les obliga a bajar los costos o bien vender a intermediarios quienes envasan, etiquetan, establecen un valor y exportan.

En este sentido, las exportaciones van principalmente a países como Alemania, Estados Unidos y Gran Bretaña. Resulta importante mencionar que México se ubica en el tercer lugar de exportaciones de miel a nivel mundial (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022), lo cual no necesariamente se ve reflejado en ingresos para todo el sector apícola. Por lo tanto, la diversificación e innovación pueden resultar en dos estrategias clave para generar más opciones para el consumidor y con ello mejorar la rentabilidad para los apicultores, dando valor a su oferta, fortaleciendo la sostenibilidad y competitividad del sector apícola.

Conclusiones

Los derivados de la apicultura son importantes por su capacidad para diversificar y fortalecer el mercado apícola, aprovechando las diversas propiedades y beneficios significativos que tienen para la salud. Aunado a ello, un manejo adecuado puede fomentar la sostenibilidad ambiental, educar a los consumidores y aumentar los ingresos de los apicultores.

La diversificación de los productos que se pueden hacer con miel amplía su uso en diferentes industrias y agrega un valor importante a lo que se ofrece en el mercado. Esto ayuda a promover la sostenibilidad y a reducir la dependencia de un solo recurso. Al crear nuevos productos como cosméticos, alimentos y suplementos, se abren oportunidades económicas para los apicultores, lo que apoya el crecimiento y la estabilidad de este sector. Al fortalecer la conexión entre los productores y el mercado, se mejoran sus ingresos y, de manera indirecta, se benefician las colmenas del país, lo que aumenta tanto la producción de miel como los servicios de polinización que son tan importantes para el medio ambiente.



Figura 3. Productos cosméticos e hidromiel elaborados con miel de mezquite y miel multiflora. Fuente: Granja Agroecológica el Santuario.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para el desarrollo del proyecto de maestría “Estrategias competitivas para la miel”. Programa de Maestría en Producción Agropecuaria terminal en Agronegocios, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

También agradecemos a Granja Agroecológica “El Santuario”, San Miguel de Allende, Guanajuato, por su atención y material proporcionado para el presente trabajo.

Referencias

Agroproyectos. (2023). Elaboración de productos derivados de la Miel. Recuperado de <https://agroproyectos.org/elaboracion-de-productos-derivados-de-la-miel/>

Aurongzeb, M. y Azim, M. K. (2011). Antimicrobial properties of natural honey: a review of literature. *Pak. J. Biochem. Mol. Biol.* 44(3), 118-124. http://www.pjmb.org.pk/images/PJBMBArchive/2011/PJMBM_44_3_Sep_2011/08.pdf

Alulema, C. S. C. y Paredes, M. (1995). Obtención de vino a partir de miel, de abeja. cooperación mediante el intercambio científico y cultural. Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad exclusiva, 1.

Dussart, E. y Bartholomé, Y. (2007). Taller elaboración de subproductos de la miel y las colmenas. IICA. Managua, Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENL01D974.pdf>

García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. D. C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J. y Ramos-Castro, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 155-167. Recuperado en 25 de septiembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000100155&lng=es&tlang=es

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2024). CTUALIZACIÓN DEL ATLAS NACIONAL DE LAS ABEJAS Y DERIVADOS APÍCOLAS. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/especiales/AtlasN_Abejas24.pdf

Kember, T., Marún, E., Mercado, M. N. y Rivero, M. B. (2018). Producción de Hidromiel como valor agregado en la localidad de Almafuerte. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias agropecuarias. OCA (Oficina del Conocimiento Abierto). https://repositoriosdigitales.mincyt.gov.ar/vufind/Record/RDUUNC_00d6851b936019058a3f6c08ba64c785

Lavandera, R. I. (2011). Curación de heridas sépticas con miel de abejas. *Revista cubana de cirugía*, 50(2), 187-196. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=33177>

Medina Cuéllar, S. E. y Portillo Vázquez, M. (2017). Bioeconomía Aplicada a la Apicultura: Estudio de Caso. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Novelo, S. A. G., Cortez, J. A. T., López, V. M. T., Canul, E. N. T. y Vargas, M. D. L. (2013). Productos con alto contenido de miel, como opción para incrementar su uso en Yucatán. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 33, 576-586. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14127709017>

Ramos, A. y Pacheco, N. (2016). Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación. México: CIATEJ.

https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5f243ecb97f89.pdf

Sánchez, L. S., Romero, D. M. Q., Velázquez, E. C., Cadena, M. E. M., Velázquez, R. L. y Hernández, R. M. (2023). Incorporación de valor agregado a los productos apícolas en la región de la montaña, Guerrero. *Agro-Divulgación*, 3(3). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i3.187>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). ¿Qué es la apicultura? <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-apicultura>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Los productos de la colmena. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/1-os-productos-de-la-colmena>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Crecen producción y exportaciones de miel en México al cierre de 2021: Agricultura. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecen-produccion-y-exportaciones-de-miel-en-mexico-al-cierre-de-2021-agricultura-293944>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). Características altamente nutricionales de la miel, polen y jalea real <https://www.gob.mx/inifap/articulos/caracteristicas-altamente-nutricionales-de-la-miel-polen-y-jalea-real>

Suescún, L. y Vit, P. (2008). Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza farmacéutica*, 12(1), 6-15. <https://d1wqtxslxzle7.cloudfront.net/44051482/ff2008suescunlibre.pdf>

Ulloa, J. A., Mondragón, C. P. E., Rodríguez, R., Reséndiz, V. J. A., & Rosas, U. P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *CONACYT*. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>

Volentini, M. L. (2019). Valor agregado y calidad para los productos de la colmena: Protocolización del uso de una sala de extracción y el proceso de agregado de valor a la miel. Tesis doctoral. Universidad Nacional. Rio Negro.

• Enviado: agosto 19, 2024 • Aceptado: noviembre 11, 2024

El maíz y la tortilla: la base de la alimentación del mexicano

Corn and tortilla: the basis of the Mexican diet

Ma. Guadalupe Garnica-Romo¹
y Héctor Eduardo Martínez Flores²

1. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
2. Facultad de Químico Farmacobiología,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Contacto: hector.martinez.flores@umich.mx



Figura 1. Variedad de maíz (*Zea mays* L.) para consumo humano. Imagen propia.

Resumen. El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal nativo de México que ha sido la base de la alimentación del Mexicano durante siglos. A partir del maíz se derivan diversos productos alimenticios como son las tortillas, elaboradas por un proceso conocido como nixtamalización, en el cual los granos de maíz se colocan a ebullición con una solución de cal, se reposan y muelen hasta obtener masa del cual se obtienen las tortillas de maíz. Actualmente, la tortilla es la principal fuente de proteínas, carbohidratos, calcio y calorías en zonas rurales y urbanas en México. Este artículo describe la importancia del maíz para el mexicano, su transformación a tortilla y su aporte de nutrientes.

Palabras Clave: Maíz, nixtamalización, tortillas

Abstract. Corn (*Zea mays* L.) is a grain native to Mexico that has been a staple of the Mexican diet for centuries. Numerous food products are derived from corn, including tortillas, which are made through a process known as nixtamalization, in which the corn kernels are treated with lime, allowed to rest, and ground until a dough is obtained from which corn tortillas are made. Currently, the tortilla is the main source of protein, carbohydrates, calcium and calories in rural and urban areas in Mexico. This article describes the importance of corn to Mexicans, its transformation into tortillas, and its nutritional contribution.

Keywords: Corn, nixtamalisation, tortillas

ello una clasificación. El término raza se definió como un grupo de individuos relacionados con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo (Anderson y Cutler, 1942). Con ello, se cuentan con aproximadamente 64 razas de maíces (CONABIO, 2011). En la Tabla 1 se mencionan algunas de las variedades de maíz más representativas de nuestro país.

Nixtamalización, un proceso para elaborar harina de maíz nixtamalizada y tortillas

El proceso de nixtamalización (palabra náhuatl, derivada de *nextli* que significa cenizas o cenizas de cal y *tamalli* masa de maíz), es un proceso térmico alcalino que consiste de las siguientes etapas: 1 Kg de maíz se coloca en ebullición por 15-40 minutos y se le adiciona de 1 a 3% de hidróxido de calcio (cal) y 2 a 3 L de agua, seguido de un reposo por 16 horas. Enseguida, los granos de maíz se lavan de dos a tres veces con agua para eliminar el exceso de cal y partes de cáscara desprendidas. Los granos cocidos, llamados nixtamal, se muelen en molino de piedras hasta obtener una masa. La masa puede ser entonces pasada por dos procesos diferentes: 1) la masa se separa en fracciones de 25 a 30 g, se moldean para darle una forma circular y se calientan en una superficie metálica a temperatura igual o mayor de 180 °C por un tiempo de 90 a 105 segundos, hasta que infle para obtener tortillas, o bien 2) la masa se deseca hasta obtener fracciones de masa deshidratada, las cuales son reducidas en tamaño de partícula utilizando un molino de cuchillas o de martillos, y tamizada para obtener la harina de maíz instantánea. La harina instantánea se rehidrata, hasta formar masa y luego tortillas (Martínez-Flores y col. 2002; Gaytán-Martínez y col., 2012;

Introducción

Desde el punto de vista de producción y consumo, el maíz es el cereal más importante en México.

La producción nacional de maíz en el año 2021 fue de más de 27 millones de toneladas, contribuyendo con el 88.2% del total de los granos producidos en el país. La importancia de este grano es tal que se cultiva en los 32 estados del país, siendo los principales productores Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Guanajuato y Michoacán (SADER, 2023), y de acuerdo con cifras del Sistema de Información Agroalimentaria y de Pesca (SIAP) de México, alrededor del 57% del maíz producido en el país se destina para elaborar tortillas. Desde tiempos prehispánicos y hasta la actualidad el maíz y sus derivados como la tortilla han sido elementos indispensables para la supervivencia del pueblo Mexicano, ya que han aportado nutrientes como proteínas, carbohidratos, fibra dietética, y calcio, además de que son productos de alto valor energético, que le han permitido mantenerse a la población un buen estado de salud.

Origen del maíz

Datos arqueológicos muestran que el maíz existió como un precursor silvestre hace alrededor de 7,000 años en la región central de México, en específico el Valle de Tehuacán, Puebla (MacNeish, 1976). Existen hipótesis de la descendencia del maíz, sin embargo, la teoría más aceptada es que el maíz proviene del teocintle por selección directa, mutación o por cruce del teocintle con algún pasto desconocido

y ya extinguido. El *Zea mays* L., *Zea mays* L. spp. *Mays*, es el maíz que se cultiva en México (Arqueología Mexicana, 2011), destinado para alimentación humana y animal (Figura 1). A las especies silvestres de *Zea* se les denomina colectivamente teocintle, el cual comprende tres subespecies de *Zea mays* L. (*Zea mays* ssp. *parviglumis* Iltis & Doebley, *Zea mays* ssp. *mexicana* Schrader, y *Zea mays* ssp. *huehuetenanguensis* Iltis & Doebley), y 4 especies: *Zea luxurians* (Durieu & Ascherson) Bird, *Zea nicaragüensis* (Iltis & Benz), *Zea diploperennis* Iltis (Doebley & Guzmán) y *Zea perennis* (Reeves & Mangelsdorf).

Variedades de maíz

Se han reportado diferentes variedades de maíz en la literatura, lo que ha dificultado establecer un número fijo de ellas, ya que una misma variedad o raza se menciona con nombres distintos de acuerdo con el lugar donde se cultive. Es importante mencionar que en México se utiliza el término *raza* de acuerdo con los diferentes tipos de maíces que se describen y asimismo se ha logrado con

Tabla 1. Variedades o Razas de maíz reportadas en México.

Blando	Cónico	Olotón	Tehua
Bolita	Cónico norteño	Onaveño	Tepecintle
Cacahuacintle	Dulce	Palomero toluqueño	Tuxpeño
Celaya	Dulcillo del noroeste	Pepitilla	Vandeno
Chalqueño	Jala	Reventador	Zamorano amarillo
Chapalote	Mushito	Serrano de Jalisco	Zapalote blanco
Comiteco	Nal-Tel	Tabloncillo	Zapalote grande
Conejo	Olotillo	Tabloncillo perla	

Fuente: Arqueología Mexicana (2011).



Figura 2. Cocimiento de granos de maíz, molino de piedras y harina instantánea nixtamalizada. Tomadas de Tranquilino (2022).

Rodiles-López y col. 2019). En las Figuras 2 y 3 se observa el proceso de cocimiento de granos de maíz, molienda en molino de piedras, harina instantánea obtenida, formateo de la masa y obtención de las tortillas.

Cambios nutricionales por efecto del proceso de nixtamalización

Existen modificaciones en los componentes del maíz durante la nixtamalización. La cascarilla del grano se desprende durante la nixtamalización, y la celulosa y hemicelulosa se hidrolizan formándose arabinosilanos (Escalante-Aburto y col., 2020), cambiando la composición de la fibra, obteniéndose un mayor valor de fibra soluble. Otro cambio importante corresponde al almidón, ya que se gelatiniza, haciéndolo altamente disponible en su estructura para que las enzimas amilasas del tracto gastrointestinal del ser humano la degraden hasta azúcares menores y puedan ser fácilmente absorbidos. Otro cambio importante es el que ocurre con las proteínas. Por ejemplo, la fracción glutelina aumenta su solubilidad después del tratamiento térmico-alkalino, haciendo más disponible los aminoácidos lisina y triptófano. La glutelina es la fracción proteica del maíz que posee mayor valor nutricional (Ramírez-Jiménez y col., 2023). Asimismo, la leucina se destruye parcialmente con el calor, disminuyendo así la relación leucina/isoleucina y por lo tanto se aumenta el aprovechamiento de ambos aminoácidos. Otro cambio destacado es el relacionado a la vitamina niacina, la

cual puede estar presente como nicotinamida o como ácido nicotínico. En el maíz el ácido nicotínico se encuentra unido a un compuesto conocido como niacinógeno (no se aprovecha de esa forma por el organismo humano), y cuando el grano de maíz se somete a nixtamalización, el ácido nicotínico se libera, y puede ser absorbida en el organismo humano. La niacina es necesaria para prevenir la pelagra, que produce dermatitis, diarrea y demencia (Badui, 1993). Uno de los nutrientes que más aporta la tortilla, es el calcio. De acuerdo con datos del 2010 de CONEVAL, tomado de López-Rocha (2020), en promedio la población Mexicana consume diariamente 6 tortillas al día en zonas urbanas y 9 en zonas rurales. En un estudio de Garnica-Romo y col. (2022) se reportó un contenido de 162 mg de calcio/100 g de tortillas. Al tomar este dato como referencia, se tiene que las tortillas aportan en promedio 26% de calcio en zonas urbanas y 39% en zonas rurales del que requiere una persona adulta por día. Con ello, se contribuye a la prevención de la osteoporosis en la población mexicana, ya que el calcio es el mineral más importante en la estructura y fortaleza de los huesos.

Conclusión

La tortilla ha sido y continúa siendo un alimento básico de la dieta de todos los sectores de la población en México, aportando cantidades significativas de proteínas, almidón, fibra soluble e insoluble, y calcio. Por lo cual es indispensable seguir preservando las

diferentes razas de maíz que actualmente se cultivan y seguir incentivando el consumo de tortillas. Desde hace algunos años se ha venido comercializando tortillas de maíz adicionadas con harinas de aguacate y de nopal, y se han reportado otros ingredientes alimenticios a las tortillas como el amaranto y frijol, entre otros más, por lo que la tortilla podría ser un súper alimento, ya que se le está enriqueciendo con más nutrientes que podrían contribuir a un mejor estado nutricional de la población Mexicana.



Figura 3. Moldeo de la masa en formato circular, cocimiento en placa metálica y tortillas. Tomadas de Tranquilino (2021).

Referencias

- Anderson, E., & Cutler, H.C. (1942). Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29(2), 69-88.
- Arqueología Mexicana. (2011). Edición especial 38. El maíz. Catálogo Visual. Editorial Raíces. S.A. de C.V. Págs. 40, 67.
- Badui, D.S. (1993). *Química de los Alimentos*. Editorial Pearson Educación. Pág. 199.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Proyecto global de maíces nativos. 2011. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>. Consultado el 17 de agosto de 2024.
- CONEVAL. (2010). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Contenido y valor de las líneas de bienestar.
- Escalante-Aburto, A., Mariscal-Moreno, R. M., Santiago-Ramos, D., & Ponce-García, N. (2020). An update of different nixtamalization technologies, and its effects on chemical composition and nutritional value of corn tortillas. *Food Reviews International*, 36(5), 456-498.
- Garnica-Romo, M. G., Maya-Cortés, D. C., Cárdenas, J. D. D. F., Véles-Medina, J. J., Zamora-Vega, R., & Martínez-Flores, H. E. (2023). Physicochemical, Mechanical, and Structural Properties of the Femur from Rats Fed with Corn Tortillas (*Zea mays* L.) Prepared with Calcium Sulfate. *Journal of Food and Nutrition Research*, 11(4), 325-332.
- Gaytán-Martínez, M., Figueroa, J.D.C., Vazquez-Landaverde, P.A., Morales-Sanchez, E., Martínez-Flores, H.E., & Reyes-Vega, M.L. (2012). Caracterización fisicoquímica, funcional y química de harinas nixtamalizadas de maíz obtenidas por calentamiento óhmico y proceso tradicional. *CyTA-Journal of Food*, 10(3), 182-195.
- López-Rocha, E., & Almanza-Mireles, M.J.E. (2020). Características sociodemográficas que determinan el consumo de tortilla en el municipio de Irapuato, Gto. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 2(1), 21-29.
- MacNeish, R. (1967). *The prehistory of the Tehuacan Valley*. D. Byers, ed. Vol. 1. University of Texas Press, Austin, Tx, USA.
- Martínez-Flores, H.E., Martínez-Bustos, F., Figueroa, J.D.C., & González-Hernández, J. (2002). Studies and biological assays in corn tortillas made from fresh masa prepared by extrusion and nixtamalization processes. *Journal of Food Science*, 67(3), 1196-1199.
- Ramírez-Jiménez, A.K., Cota-López, R., Morales-Sánchez, E., Gaytán-Martínez, M., Martínez-Flores, H.E., Reyes-Vega, M.D.L.L., & Figueroa-Cárdenas, J.D.D. (2023). Sustainable Process for Tortilla Production Using Ohmic Heating with Minimal Impact on the Nutritional Value, Protein, and Calcium Performance. *Foods*, 12(18), 3327.
- Rodiles-López, J.O., Arriaga-Martínez, L.P., Martínez-Flores, H.E., Zamora-Vega, R., & García-Martínez, R.M. (2019). Desarrollo de una tortilla adicionada con harinas de aguacate y nopal y su efecto en la reducción de colesterol, triglicéridos y glucosa en ratas. *Biotecnia*, 21(2):71-77.
- Tranquilino, R.E. (2021). Estudio de las propiedades antioxidantes de un extracto polifenólico de *Opuntia* spp. nanoencapsulado e incorporado en tortilla de maíz. Tesis de Doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.
- SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2023. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico>.



Imagen 1. Granos de Soya. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/articulos/soya-5-beneficios-de-su-consumo-e-impulso-a-la-produccion-mexicana#>

La soya, una semilla versátil, rica en proteínas y lípidos

*Soy, a versatile seed,
rich in proteins and lipids*

**Mario Lenin Molinero Cárdenas, José Octavio Rodiles López
y Rafael Zamora Vega**

Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Michoacán, México.
Contacto: rafael.zamora@umich.mx

Resumen. La soya es una planta proveniente de Asia que actualmente se cultiva en varias partes del mundo. Esta se caracteriza porque de su semilla se pueden extraer una gran cantidad de aceite y proteína. La semilla posee 38% de proteínas y 21% de lípidos, y también es excelente fuente de vitaminas y minerales, y el aceite de soya es rico en ácidos grasos insaturados, destacando los omega-3 y omega-6, aportando 57% de ácidos grasos esenciales del contenido total de grasas, y 36% de los aminoácidos esenciales con respecto al total proteico. Esta es altamente usada en la industria alimentaria por sus beneficiosos nutritivos, y muy consumida por la población vegetariana y vegana como fuente de proteínas y lípidos, y habiendo una gran cantidad de productos, leche de soya, yogurt, extruidos, etc. También se utiliza en otros sectores industriales, como la producción de biodiesel y aceite lubricante.

Palabras Clave. Extrusión, Proteínas, Aceite.

Abstract. Soy is a plant from Asia that is currently cultivated in various parts of the world. It is characterized by the fact that a large amount of oil and protein can be extracted from its seed. The seed has 38% protein and 21% lipids and is also an excellent source of vitamins and minerals. Soybean oil is rich in unsaturated fatty acids, especially omega-3 and omega-6, providing 57% essential fatty acids of the total fat content, and 36% of the essential amino acids with respect to the total protein. It is widely used in the food industry for its nutritional benefits and is widely consumed by vegetarians and vegans as a source of protein and lipids, and there are many products, such as soy milk, yoghurt, extruded products, others. It is also used in other industrial sectors, such as the production of biodiesel and lubricating oil.

Keywords. Extrusion, Proteins, Lipids.

Soya

La soya es una planta cuyo nombre científico es *Glycine max*, pertenece a la familia *Fabaceae* también conocida como la familia de las leguminosas, que incluyen al frijol, lentejas, garbanzos. Esta planta se cosecha a los 120 días después de ser plantada, llegando a alcanzar los 50 cm de altura produciendo vainas de 4 a 6 cm de longitud, dentro de las cuales se encuentran las semillas. La semilla tiene un alto contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos, y fibra dietética, por lo que se le considera un súper alimento (Morán et al., 2019).

La soya se ha cultivado en Asia desde hace más de 5,000 años y ha sido un pilar fundamental en la gastronomía de países orientales como Japón y China. La llegada de la soya al continente americano ocurrió a inicios del siglo XIX, llegando inicialmente a los Estados Unidos con la finalidad de ser utilizada como forraje para la alimentación de los animales en granjas, y en el año de 1941, el cultivo de soya para la producción de grano superó al destinado para forraje (Pessoa, 2019).

Por años se intentó implementar el cultivo de soya en varias regiones de México, siendo hasta el año de 1958 cuando se lograron sembrar alrededor de 300 hectáreas. En el año de 1974, se sembraron alrededor de 300,000 hectáreas y la mayoría de la producción de soya se concentró en el noroeste del país hasta la década de 1990. Durante el año de 2021, México ocupó el lugar 23° en la producción mundial de soya. (Ordaz et al, 2024).

Beneficios de consumir soya

La soya es rica en carbohidratos (22%), fibra dietética (10%), proteínas (38%) y lípidos (21%); además de contener minerales (4%) y agua (5%). Uno de los componentes más utilizados son las proteínas, debido a la alta cantidad que contiene en comparación con otros vegetales, y que ayuda a los vegetarianos y veganos como fuente de proteínas.

En cuanto al perfil de aminoácidos en la proteína de soya, se destaca que, en 100 g de proteína, hay aproximadamente 6.5 g de lisina, 5.7 g de isoleucina, 3.9 g de treonina, 5.2 g de valina, 7.9 g de leucina, 7.4 g de triptófano, 4.8 g de fenilalanina y 1.3 g de metionina (Arjona et al, 2022). Los aminoácidos son los constituyentes de las proteínas y se consideran la base del proceso metabólico, además cumplen funciones como componentes estructurales de tejidos y células;

promueven la reparación y crecimiento de tejidos y órganos; ayudan a las funciones sanguíneas e inmunológicas. La soya también es una excelente fuente de vitaminas, aporta todas las del complejo B, y cada una de ellas con más del 40% de la ingesta diaria recomendada, además de las liposolubles E y K. Es una excelente fuente de minerales representando más del 50% de la ingesta diaria recomendada en 100 g de minerales como de cobre, fósforo, magnesio, potasio, y zinc, además de contener calcio, hierro, manganeso, y selenio (Hernández et al, 2022; NOM-051).

Aceite de soya

De la semilla de la soya se extrae el aceite, normalmente mediante un proceso de prensado. Este se encuentra constituido principalmente por ácidos grasos insaturados, y es una valiosa fuente de precursores de Omega-6 y Omega-3, es por esto que el aceite de soya presenta efectos beneficiosos en el organismo como menor incidencia de enfermedades del corazón; ayuda a pacientes con enfermedades que se relacionan con procesos inflamatorios, como la artritis; además, tiene repercusiones en diversas funciones cerebrales y puede ser capaz de mejorar las funciones motoras, funciones de aprendizaje, agudeza visual, así como prevenir alergias y enfermedades autoinmunes. (Rodríguez, 2021).



Imagen 2.1: Extrusor utilizado en la fabricación de soya texturizada. Recuperado de <https://www.microm-inc.com/works/extrusora-de-soya>

Imagen 2.2: Soya texturizada. Recuperado de <https://legumbresluengo.com/soja-texturizada-que-es-beneficios-y-usos-en-la-cocina/>



Imagen 3: **Productos que se pueden elaborar a base de soya.**

Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/articulos/soya-5-beneficios-de-su-consumo-e-impulso-a-la-produccion-mexicana>

Soya texturizada

Durante los últimos años, se han buscado alternativas para sustituir a los alimentos de origen animal, dando como resultado un aumento en la demanda de alimentos vegetales ricos en proteínas. En este contexto, se ha optado por utilizar la proteína de soya texturizada, la cual es una buena opción debido a sus costos relativamente bajos, su gran aporte nutricional y su versatilidad a la hora de preparar alimentos debido a que adquiere una consistencia muy semejante a la carne después del texturizado (Calcurian, 2023).

La soya texturizada, también conocida como “carne de soya” o “proteína texturizada de soya”, adquiere una textura esponjosa y porosa, las cuales son producto de la separación sufren las proteínas ante el tratamiento de extrusión que recibe la harina de soya. El primer paso en el proceso de obtención es extraer todo el aceite de soya, para así obtener harina desgrasada de soya; posteriormente, se hidrata y se le da forma y textura mediante un método de extrusión, la soya se calientan y se pasa desde una zona con una presión alta a otra con una presión baja a través de un tubo, provocando la expansión de la proteína de soya; finalmente, se deshidrata y en algunas ocasiones se corta con forma de

carne molida o se le da diferentes formas (Moyano et al, 2022).

Productos elaborados con soya

A partir de los granos de la soya se pueden obtener varios productos, tales como productos tipo leche, tipo queso y tipo yogurt; además de prepararse también harina, helado, entre otros (Chou *et al.*, 2018).

En la elaboración de productos de soya para consumo humano se somete el grano a un tratamiento térmico mediante una cocción previa, debido a que las semillas de forma natural contienen componentes biológicos que influyen negativamente en la digestibilidad de las proteínas, y que son eliminados con el tratamiento térmico debido a que son sensibles a las altas. Algunos de estos componentes son: antitripsinas, ureasa, lipoxigenasa, hemaglutinina y factor antitiroideo. Las antitripsinas y las lipoxigenasa son las principales responsables de la pobre digestibilidad de las proteínas y los carbohidratos. (Falconí *et al.*, 2019; Villacorta, 2024).

Un producto muy solicitado por los vegetarianos es la llamada leche de soya de manera casera; esta se prepara remojando un kilo de soya a temperatura ambiente durante por lo menos 15 horas; al cumplir el tiempo, se desholla la soya; posteriormente, se

muele y una vez molida, se le agregan 10 L de agua; se lleva a calentar a ebullición por 30 minutos, revolviendo constantemente; finalmente se filtra la preparación y así se obtendrán aproximadamente 10 L del producto, conocido como leche de soya (Duarte, 2024).

Desventajas de los productos a base de soya

Una de las principales desventajas de estos productos es que presentan sabores fuertes, lo cual podría resultar desagradable para muchas personas. Por otro lado, también son productos ricos en rafinosa, estaquiosa y verbascosa, los cuales son oligosacáridos conocidos por causar flatulencias. Sin embargo, investigaciones recientes señalan que estos oligosacáridos presentes en la soya desempeñan un papel importante en la prevención de enfermedades intestinales, ayudan a estimular el sistema inmune, mejoran la digestión de la lactosa, entre algunos otros beneficios, todo esto debido a que se consideran como prebióticos, es decir, que producen cambios en la actividad de la microbiota intestinal y en su composición (Maya, 2023).

Además, es posible que se llegue a desarrollar una alergia a la soya o solamente se desarrolle una intolerancia. Las alergias se deben a una respuesta inmunitaria anormal, la cual es inducida por la exposición a las proteínas del alimento, que es de carácter individual, activa el sistema inmune y puede ser mortal. Por otro lado, cuando se habla de una intolerancia, se hace referencia a una serie de reacciones no inmunológicas de carácter individual y no provocan muerte. Entonces, habrá que saber si eres intolerante a la soya o alérgico a la misma (Vázquez *et al.*, 2020).

Conclusión

La soya es un alimento de alto valor nutricional que ha desempeñado un papel importante en la alimentación de diversas culturas a lo largo de la historia. Su versatilidad en productos procesados y derivados la convierte en una opción clave para dietas vegetarianas y veganas, gracias a su elevado contenido de proteínas, lípidos y minerales. No obstante, su consumo puede provocar

intolerancias, alergias o molestias digestivas, aunque algunos de sus componentes también promueven la salud intestinal. A pesar de estos posibles inconvenientes, la soya sigue siendo una alternativa nutritiva y viable frente a los productos de origen animal.

Referencias.

Arjona Smit M., Chino V., Moscoso M., & Juan E. (2022). Evaluación del contenido de aminoácidos de la harina de soya para alimentación avícola y porcina, de acuerdo con el país de origen. *Revista Investigaciones Agropecuarias*. 4(2): 109-119. ISSN-e: 2644-3856

Calcurian, S., Wang, A., & Soledad-Rodríguez, B. E. (2023). Formulación de una composta a base de soya para la alimentación complementaria de adultos mayores: Formulation of a soy-based compote for complementary feeding of older adults. *Tekhné*, 26(3), 28-38. <https://doi.org/10.62876/tekhn.v26i3.6309>

Chou, E., García, Y., Bermúdez, A. & Pisch, L. (2018). Evaluación de producción más limpia en el proceso de leche y derivados de la soya. *Tecnología Química*. 38(2): 428-436. <https://doi.org/10.1590/2224-6185.2018.2.%25x>

Falconí, P., Núñez, T., Ricaurte, A. & Toscano, C. (2019). Efecto de la temperatura de deshidratación en la calidad nutricional de las harinas de Quinua (*Chenopodium quinua*), Soya (*Glycine max*) y Chocho (*Lupinus mutabilis*). *La*

Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición. 10: 245-259. ISSN 1390-874X.

Hernández, G., Álvarez, M., de Villavicencio, M. N., & Duarte, C. (2022). Desarrollo de una galleta de sal con adición de pasta de soya. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(2), 39-43. ISSN: 2448-7503.

Maya Zepeda, L., Hernández Gobora, J., Rodríguez Macías, R., García López, P. M., & Ruiz López, M. A. (2023). Contenido de oligosacáridos en semillas de leguminosas silvestres mexicanas. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 29(2), 161-167. ISSN 0719-3890.

Morán, I., Mejía, A. & Beltrán, F. (2019). Industrialización del cultivo de soya. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. (11): 5-10. ISSN-E-1696-8352.

Moyano V. G., Zamora Velásquez R., Casal T. R., Martínez C. R., & Villegas Yáñez S. (2022). Efecto del uso de mejoradores de textura sobre las características organolépticas de un producto vegano tipo embutido de pasta gruesa. *Revista Ingeniería Química y Desarrollo*. 4(2): 17-20. ISSN: 1390-9428.

NOM-051. (2024). Norma Oficial Mexicana. NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Información comercial y sanitaria.

Ordaz, S., Guerrero, L., Pérez, M., Cortes, M., & Valenzuela, F. (2024). Identificación y manejo de plagas en arándano y soya en el norte de Sinaloa. *Avances en Agricultura Sostenible y Cambio Climático*. 417-423. ISBN: 978-84-19799-92-0.

Pessoa, K. (2019). De la soya hacia la agroecología: agriculturas en disputa. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. (25): 29-53. ISSN 1390-6631.

Quispe, K. (2021). Obtención de biodiesel a partir de la mezcla de aceite doméstico residual y aceite de soya en la región del Cusco. Tesis Profesional. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Perú.

Rodríguez Bouzón A. (2021). Revisión bibliográfica efecto de los ácidos grasos poliinsaturados omega tres en caquexia cancerosa. Tesis profesional. Universidad de Zaragoza. Departamento de Medicina, Psiquiatría y Dermatología. Zaragoza. España.

Rodríguez, M., Arroyo, M., Azamar, A., Campos, Téllez, H., Castell, M., Cerda, S., & Vega, T. (2022). Alergia alimentaria. *Colegio Mexicano de Pediatras Especialistas en Inmunología Clínica y Alergia. Revista Alergia, Asma e Inmunología Pediátricas*. 31(1): 91-43. <https://dx.doi.org/10.35366/108840>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017). Soya: 5 beneficios de su consumo e impulso a la producción mexicana. Gobierno de México. México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/articulos/soya-5-beneficios-de-su-consumo-e-impulso-a-la-produccion-mexicana#>

Vázquez-Frías, R., Icaza-Chávez, M., Ruiz-Castillo, M., Amieva-Balmori, M., Argüello-Arévalo, G., Carmona-Sánchez, R., ... & Sánchez-Ramírez, C. (2020). Posición técnica de la Asociación Mexicana de Gastroenterología sobre las bebidas vegetales a base de soya. *Revista de Gastroenterología de México*. 85(4): 461-471. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2020.07.005>

Villacorta Fuentes, W. S. (2024). Digestibilidad de la torta de soya (*Glycine max*) y grano de maíz (*Zea mays*) en cuyes (*Cavia porcellus L.*). Tesis. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco. Perú.

• Enviado: febrero 16, 2024 • Aceptado: noviembre 04, 2024

El arte de sumergir en agua a las lentejas: Remojo

The art of submerging lentils in water: Soaking

Yuliza Guadalupe Morales Herrejón¹, Liliana Márquez Benavides² y Berenice Yahuaca Juárez³

1. Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, UMSNH. 3. Facultad de Químico Farmacobiología, UMSNH. Morelia, Mich., México.

Contacto: berenice.yahuaca@umich.mx

Resumen. Las lentejas han sido parte de la alimentación humana durante miles de años. Ofrecen importantes beneficios nutricionales, aunque también albergan compuestos anti-nutricionales que afectan la disponibilidad de nutrientes y su digestibilidad. Las lentejas antes de llevarse a cocción para ser consumidas, comúnmente se sumergen en agua, esta condición denominada remojo va más allá de una simple hidratación, influenciando la calidad culinaria de estas legumbres, la eliminación de compuestos anti-nutricionales y mejora la biodisponibilidad de sus nutrientes.

Palabras clave: Imbibición, legumbres, hidratación.

Abstract. Lentils have been part of the human diet for thousands of years. They offer important nutritional benefits, although they also harbor anti-nutritional compounds that affect nutrient availability and digestibility. Lentils, before being cooked to be consumed, are commonly submerged in water. This condition called soaking goes beyond simple hydration, influencing the culinary quality of these legumes, eliminating anti-nutritional compounds and improving the bioavailability of its nutrients.

Keywords: Imbibition, legumes, hydration.

Introduciéndonos en el remojo de las lentejas

En este artículo exploraremos el proceso del remojo de las lentejas, un paso crucial en la preparación de estas semillas antes de su transformación tecnológica o culinaria ya sea por cocción tradicional u otro proceso. Descubriremos el arte detrás de sumergir las lentejas en agua y cómo este aparente simple acto puede transformar sus características y valor nutricional.

¿Quiénes son las lentejas?

Las lentejas pertenecen al grupo de las legumbres, son semillas maduras localizadas en el interior de una vaina, la cual es cosechada de las plantas denominadas leguminosas (FAO, 2021). Las leguminosas o fabáceas son una familia del orden de las fabales, cuyas plantas se reconocen por su fruto tipo legumbre (SADER, 2015). Son semillas no pedercederas, de larga conservación y pueden almacenarse durante meses debido a su bajo contenido de agua. Lo anterior hace que las lentejas se consideren un alimento relevante para



Figura 1. Semillas de lentejas (*Lens culinaris* M.).

Tomado de <https://gastronomadas.com.mx/lentejas-el-alimento-ideal-para-un-futuro-sostenible/>



Figura 2. Semillas de lenteja identificadas en variedades por su color.

Tomada de <https://kevincocinero.com/como-cocinar-lentejas/>

fortalecer la seguridad alimentaria (Food Tech, 2023). Además, su cultivo se adapta fácilmente al clima, enriquece los suelos favoreciendo otras formas de cultivo y disminuye el uso de fertilizantes nitrogenados (González V., 2024 y Semba et al., 2021), condiciones que lo ubican como un cultivo sostenible (Romano et al., 2021).

Las lentejas han formado parte de la alimentación humana desde hace miles de años jugando un papel importante en la dieta de muchas personas, tienen destacables cualidades nutricionales, aportan un elevado contenido en proteínas (20 – 40 %) por lo que se consideran una alternativa a la proteína procedente de la carne, carbohidratos (64 – 68 %) en su mayoría de lenta digestibilidad disminuyendo su índice glucémico, fibra alimentaria (9 %) principalmente fibra dietaria insoluble, además de compuestos bioactivos, vitaminas y minerales como hierro (90 mg/Kg) y zinc (30 mg/Kg) (Kaale, et al., 2022; Lopes, et al., 2023 y FEDNA, 2024). Sin embargo, contienen otros compuestos fitoquímicos considerados anti-nutricionales, entre ellos taninos, compuestos fenólicos, flavonoides, inhibidores de tripsina, inhibidores de proteasa, lectinas, ácido fítico y saponinas. Estos anti-nutrientes afectan la disponibilidad de nutrientes y su digestibilidad en el organismo humano (Kannan, et al., 2021 y Kaale, et al., 2022).

Transformando las lentejas para su consumo

La forma de preparación y consumo de las lentejas puede diferir de acuerdo con los hábitos culturales, alimentarios, tradiciones y muchas veces depende de

la variedad de la semilla (verde, roja, negra, etc.) (Kaale, et al., 2022). Independientemente de las diferencias culinarias, para que las lentejas puedan consumirse requieren de una transformación previa: cocción mediante un proceso hidro-térmico (cocción tradicional), germinación, fermentación, extrusión y remojo (Dhull, et al., 2023). Estos métodos, permiten cada uno en mayor o menor medida, la transformación de las propiedades alimentarias de la lenteja (propiedades tecno-funcionales) para que pueda consumirse o utilizarse con calidad culinaria y nutricional (Vela-Gisbert, 2020), ya que se incrementa la biodisponibilidad y digestibilidad de las proteínas y carbohidratos, aumenta su actividad antioxidante y funcional (Fígares, 2022) y disminuye los factores anti-nutricionales contenidos en la lenteja cruda (FEDNA, 2024).

Y de entre estos métodos cabría cuestionarse ¿Qué efecto tiene el remojo de las lentejas? Ya que históricamente se aplica no solamente a las lentejas, también a otras legumbres como frijol, haba y garbanzo y que independientemente del método de transformación, el remojo por lo regular los antecede.

Remojando a las lentejas.

Al remojo también se le identifica como imbibición, es una práctica que generalmente antecede a la cocción tradicional de las lentejas y ofrece varios beneficios: mejorar su digestibilidad, reducir el tiempo de cocción, promover una mejor hidratación ya que al ser

semillas deshidratadas, la imbibición conduce a que las legumbres alcancen en mayor medida las propiedades sensoriales de las lentejas cuando son cosechadas (López-Alonso, 2024).

El arte de remojar a las lentejas consiste en sumergirlas en agua durante cierto periodo de tiempo. El tiempo de remojo es variable, va desde una hora en agua hirviendo hasta un periodo de 12 h a temperatura ambiente. La velocidad de hidratación depende de factores como la variedad de la legumbre (tamaño y composición) y la temperatura del agua (Subedi, et al, 2019). Una vez que la imbibición concluye, se procede a la cocción tradicional de las lentejas en la misma agua de remojo o se retira y se coloca en una nueva fuente de agua.

Impacto del remojo en la transformación de la lenteja

Durante el remojo las lentejas absorben agua, se hidratan incrementando su tamaño y peso. La hidratación promueve cambios estructurales en la legumbre debido a la difusión de agua en sus estructuras anatómicas y componentes tales como el almidón y la fibra (Romo, 2023). Cuando las lentejas están deshidratadas estos componentes tienen estructuras rígidas y al rehidratarse se suavizan haciéndose más flexibles y se disminuye por consecuencia el tiempo que requieren para su cocción (Gurusamy, et al., 2022). Lo anterior se da por la activación de enzimas y procesos bioquímicos como la hidrólisis de hemicelulosas, compuestos que participan en la rigidez de las lentejas.



Figura 3. Proceso de remojo o imbibición de las lentejas. Tomado de <https://buenazo.pe/notas/2023/08/17/se-deben-remojarse-lentejas-antes-cocinarlas-960993>, <https://www.frigicoll.es/blog/las-lentejas-se-ponen-en-remojo-si-o-no/>

Aumentar la temperatura del agua de remojo podría mejorar las características y propiedades de la lenteja. Esto ocurre porque el almidón se gelatiniza a través de los enlaces entre la amilosa y la amilopectina o entre las moléculas de amilopectina, promoviendo cambios en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las semillas (Serna-Cock, 2019).

Por otra parte, el agua de remojo tiene efecto sobre las proteínas, promoviendo las interacciones proteína-agua incrementando su capacidad de absorción de agua. También algunas enzimas proteolíticas pueden activarse e hidrolizar a las proteínas pudiendo alterar la estructura, biodisponibilidad y funcionalidad de estas (Bragança, et al., 2020). Lo anterior son factores determinantes en la textura, apariencia, sabor, entre otras propiedades de la legumbre (Subedi et al., 2019) incluidas las nutricionales.

¿Y qué sucede con los compuestos anti-nutricionales?

De los beneficios importantes a remojar las lentejas, destaca la capacidad que tiene esta práctica para eliminar o reducir los compuestos anti-nutricionales mejorando la digestibilidad, esto se logra debido a que algunos compuestos como taninos, ácido fítico y oligosacáridos son solubles en agua (Pathiraja, et al., 2023) y por consiguiente son eliminados o disminuidos en el agua de remojo (Bragança, et al., 2020 y Galaz-Pérez et al., 2020).

Por otro lado, la lenteja contiene carbohidratos simples: rafinosa, verbascosa y estaquiosa. Estos, al no metabolizarse en las primeras etapas de digestión y fermentarse en el colon a

ácidos grasos de cadena corta y CO_2 provocan distensión abdominal, incomodidad, flatulencias y en casos extremos diarrea, por lo que son considerados indeseables. Estos compuestos son solubles en agua por lo que un correcto remojo puede disminuir su concentración en las lentejas (Serna-Cock, 2019).

Además, durante el remojo, se activan enzimas como las fitasas que pueden hidrolizar compuestos anti-nutricionales como el ácido fítico, conocido por su capacidad para formar complejos con minerales, disminuyendo su biodisponibilidad, por lo tanto, al hidrolizarse el ácido fítico se reduce su condición anti-nutricional (González-Palomo, 2020). En el caso de los inhibidores de proteasas se caracterizan por ser termolábiles y su actividad inhibitoria puede disminuir considerablemente con tratamientos térmicos, siendo recomendable que se incremente la temperatura del agua de remojo (Galaz-Pérez et al., 2020).

Conclusión

El remojo de las lentejas va más allá de una simple aparente hidratación de las semillas, sumergir a las lentejas en agua favorece la cocción de la legumbre al disminuir el tiempo requerido para su cocción, además se desencadenan una serie de cambios que inciden en su textura, sabor, aroma y valor nutricional. A través del arte del remojo se eliminan o disminuyen los compuestos anti-nutricionales, mejorando la biodisponibilidad de proteínas, minerales y la digestibilidad en general. Así, el arte de sumergir a las lentejas en agua puede considerarse una práctica tecnológica y culinaria acertada.

Referencias

Bragança, Guilherme, Ávila, Bianca, Rockenbach, Reni, Santos, Magda, Alves, Gabriela, Santos, Mônica de los, Bortolini, Vera, Monks, Jander, Peres, William, & Elias, Moacir. (2020). Effects of different hydration treatments on technological, physical, nutritional, and bioactive parameters of lentils. *Revista chilena de nutrición*, 47(4), 658-668. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000400658>

Dhull, S. B., Kinabo, J., & Uebersax, M. A. (2023). Nutrient profile and effect of processing methods on the composition and functional properties of lentils (*Lens culinaris* Medik): A review. *Legume Science*, 5(1), e156. <https://doi.org/10.1002/leg3.156>

FAO (2021). Beneficios nutricionales de las legumbres. *Global Pulse Consideration(GPC)*. chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/dd0a3720-4c5e-460b-8e85-2eb98beb3e0d/content

FEDNA (2024). Lentejas. Fundación Española para el



Figura 4. Sopa de lentejas, semillas transformadas por remojo y cocción. Tomada de <https://elpoderdelconsumidor.org/2021/01/el-poder-de-la-sopa-de-lentejas/>

- Desarrollo de la Nutrición Animal. https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/lentejas
- Fígares, M. (2022). Lentejas: valor nutricional, tipos y cómo prepararlas. CONASI. <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/lentejas-propiedades/>
- Food Tech (2023). El papel de las leguminosas en la seguridad alimentaria. Redacción The Food Tech®. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/el-papel-de-las-leguminosas-en-la-seguridad-alimentaria/>
- Galaz-Pérez EA, Velazquez G, Mendez-Montealvo G. (2020). Improvement of physicochemical properties of baked oatmeal (Avena sativa L.) by imbibition. *Cereal Chem.* 2020; 97:981-990. <https://doi.org/10.1002/cche.10320>.
- González-Palomo, A. (2020). Ácido fítico y salud. [Trabajo de fin de grado]. Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/104122/GONZALEZ_PALOMO_AURA.pdf
- González V. (2024). Las legumbres podrían combatir la inseguridad alimentaria desde las escuelas de Latinoamérica. *Infobae*. <https://www.infobae.com/educacion/2024/02/09/las-legumbres-podrian-combatir-la-inseguridad-alimentaria-desde-las-escuelas-de-latinoamerica/>
- Gurusamy Sindumethi, Vidhya C.S., Khasherao Bhosale Yuvraj, Shanmugam Akalya (2022). Pulses for health and their varied ways of processing and consumption in India - A review. *Applied Food Research*. Volume 2, Issue 2, 100171, ISSN 2772-5022, <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100171>.
- Kaale, L. D., Siddiq, M., & Hooper, S. (2023). Lentil (*Lens culinaris* Medik) as nutrient-rich and versatile food legume: A review. *Legume Science*, 5(2), e169. <https://doi.org/10.1002/leg3.169>
- Kannan Udhaya, Sharma Roopam, Gangola Manu P, Ganeshan Seedhabadee, Båga Monica, Chibbar Ravindra N. (2021). Sequential expression of raffinose synthase and stachyose synthase corresponds to successive accumulation of raffinose, stachyose and verbascose in developing seeds of *Lens culinaris* Medik. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 265, pp. 1-12. ISSN0176-1617. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153494>.
- López-Alonso A. (2024). Cómo cocinar legumbres: remojar, tiempos de cocción y consejos. ABC. <https://www.abc.es/recetasderechupete/como-hacer-las-legumbres-remojar-tiempos-de-coccion-y-consejos-para-cocinarlas/32250/>
- Lopes Caroline, Ferruccio Cláudia Akel, Albuquerque Sales Anne Caroline de, Tavares Guilherme M., Soares de Castro Ruann Janser (2023). Effects of processing technologies on the antioxidant properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentil (*Lens culinaris*) proteins and their hydrolysates. *Food Research International*, Vol. 172. ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113190>.
- Ovando-Martínez, J. (2013). Dieta Mediterránea: legumbres y colesterolemia. *Revista Chilena de Nutrición*, 28, 312-320
- Pathiraja Darshika, Wanasundara Janitha P.D., Elessawy Fatma M., Purves Randy W., Vandenberg Albert, Shand Phyllis J. (2023). Water-soluble phenolic compounds and their putative antioxidant activities in the seed coats from different lentil (*Lens culinaris*) genotypes. *Food Chemistry*, Vol. 407, ISSN 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135145>.
- Romano Annalisa, Gallo Veronica, Ferranti Pasquale, Masi Paolo (2021). Lentil flour: nutritional and technological properties, in vitro digestibility and perspectives for use in the food industry. *Current Opinion in Food Science*, Vol. 40, Pp 157-167, ISSN 2214-7993, <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.04.003>.
- Romo, E. C. (2023) Evaluación de tratamientos (remojo, germinación y fermentación) sobre la biodisponibilidad de nutrientes de lenteja (*Lens culinaris* L.). Retrieved from: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/20384>.
- SADER (2015). Leguminosas, el alimento de todos. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/leguminosas-el-alimento-de-todos>
- Semba Richard D., Ramsing Rebecca, Rahman Nihaal, Kraemer Klaus, Bloem Martin W. (2021). Legumes as a sustainable source of protein in human diets, *Global Food Security*, Vol. 28, ISSN 2211-9124, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100520>.
- Serna-Cock, Liliana, Pabón-Rodríguez, Omar V., & Quintana-Moreno, Jesús D. (2019). Efectos de la Fuerza Iónica y el Tiempo de Remojo de Legumbres Secas sobre sus Propiedades Tecnofuncionales. *Información tecnológica*, 30(2), 201-210. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200201>
- Subedi, M., Khazaei, H., Nickerson, M., Martiinez-Villaluenga, C., & Vandenberg, A. (2019, septiembre 4). Proteína de semilla de lentejas: estado actual, progreso y aplicaciones alimentarias. *Revista Alimentos*, 8(391), 4-23. doi:10.3390/alimentos8090391.
- Vela Gisbert, MI. (2020). Desarrollo de un proceso orientado a la mejora del perfil nutricional y digestibilidad de harina de lentejas. <http://hdl.handle.net/10251/138481>

• Enviado: febrero 17, 2024 • Aceptado: octubre 16, 2024

Cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*): un viaje desde la medicina ancestral hasta la actualidad

Cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*): a journey from ancient medicine to the present day

Miriam Lizbeth Bautista Aguilar, Martha Estrella García Pérez y Roberto Esquivel García

1. Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

2. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.

Contacto: roberto.esquivel@uaq.mx

Resumen. En el contexto de la medicina tradicional y la investigación científica, las plantas medicinales desempeñan un papel crucial, reflejando la riqueza del conocimiento ancestral. El cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), es una especie endémica de México, que ha sido ampliamente aprovechada desde épocas prehispánicas, destacando su uso medicinal y su aplicación artesanal. Reconocido por sus propiedades adstringentes, cicatrizantes, antibióticas, antimaláricas y antiinflamatorias es una especie fascinante que nos lleva de la mano desde los tiempos antiguos hasta las modernas tendencias farmacológicas. Acompáñanos a descubrirlo.

Palabras clave: Cuachalalate, Medicina tradicional, *Amphipterygium adstringens*.

Abstract. In the context of traditional medicine and scientific research, medicinal plants play a crucial role, reflecting the richness of ancestral knowledge. The cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), is an endemic species of Mexico, which has been widely used since pre-Hispanic times, highlighting its medicinal use and its artisanal application. Recognized for its astringent, healing, antibiotic, antimalarial and anti-inflammatory properties, it is a fascinating species that takes us by the hand from ancient times to modern pharmacological trends. Join us to discover it.

Keywords: Cuachalalate, traditional medicine, *Amphipterygium adstringens*.

Introducción

La Medicina Tradicional Mexicana es reconocida a nivel mundial por su riqueza etnocultural, alta diversidad de especies y por su contribución al desarrollo de nuevos fármacos. Se estima que en México hay alrededor de 30 000 tipos de plantas de las cuales se han estudiado exhaustivamente alrededor del 20%, lo que nos deja mucha investigación por realizar. Incluso aquellas que ya se han estudiado con alguna extensión, pueden aún servir para nuevas investigaciones, siempre que se busque confirmar otras propiedades medicinales no estudiadas. Es el caso del cuachalalate, uno de los árboles fascinantes que conforman el catálogo de plantas prometedoras mexicanas. Se trata de un árbol endémico de México que goza de popularidad en usos medicinales y artesanales desde épocas prehispánicas (Rodríguez Contreras et al., 2010; Sotelo-Barrera et al., 2022).

Su nombre se relaciona con un pájaro conocido como chachalaca. Así que cuachalalate quiere decir: “árbol de la chachalaca” ¡Qué interesante! En dependencia de la región de México se le llama cuachalalate (Michoacán, Jalisco, Morelos y Guerrero), cuachalalá (Oaxaca), palo de manteca (Oaxaca), volador (Puebla), maceran (Guerrero), cuacha maticerán (Michoacán), mapicerán (Jalisco) y para identificarlo en cualquier lugar del

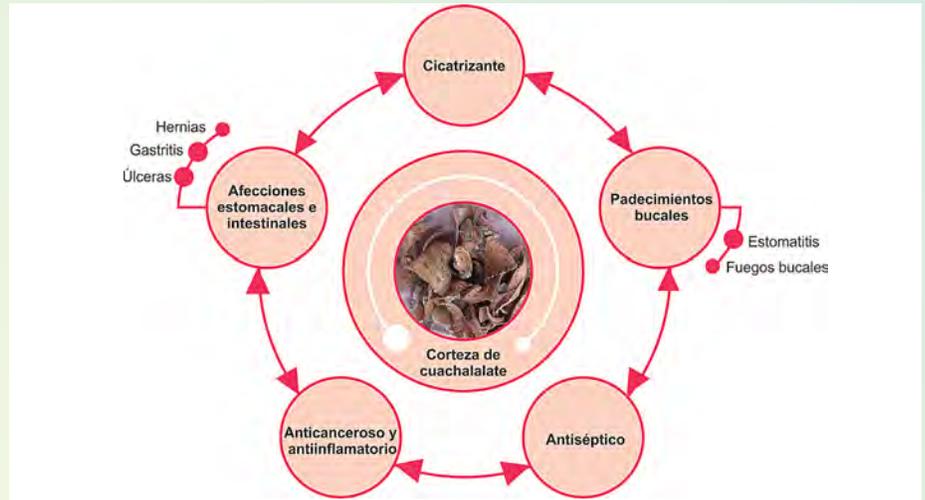


Figura 2. Uso y efectos del cuachalalate en el tratamiento de diferentes padecimientos.

mundo se ha nombrado científicamente como *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl. (Solares Arenas & Gálvez Cortés, 2002).

Este árbol ocupa el octavo lugar de importancia entre las cuatrocientas especies mexicanas registradas con uso tradicional (Boyas, 1991; Solares Arenas et al., 2012). Este sitio destacado dentro del “top 10 de las plantas con mayor utilidad” revela su valor significativo y relevancia dentro de las prácticas culturales y medicinales de México. ¿Qué parte de la planta es más utilizada? Justamente la corteza que se emplea en más de veinticinco enfermedades o afecciones, destacando así su versatilidad farmacológica (Solares Arenas et al., 2012).

Los Purépechas no quedaron indiferentes a sus encantos, es así que aún se utiliza en forma extensa en la Meseta Purépecha en el Estado de Michoacán para tratar enfermedades de la piel (Esquivel-García et al., 2018). Se emplea tanto por vía oral a través de decocciones como por vía tópica para lavar heridas y preparar ungüentos medicinales.

¿Cómo puedo reconocer el árbol de cuachalalate?

Seguramente a este punto ya quieres aprender a distinguir este árbol tan extraordinario. Lo primero que debes saber es que llega a una altura de 6 a 8 metros y tiene una característica corteza gris marrón con protuberancias corchosas. Sus hojas están agrupadas en el extremo de las ramas en números de 3 a 5, mientras que las flores se presentan solas o en ramilletes. Los frutos de 2.5 a 5 centímetros son nueces de coloración verde pálido, alargadas con forma de ala localizados en las ramas (Figura 1). ¿Quieres saber cuándo florea? Tendrás que esperarte a los meses de junio a agosto, mientras que la producción de frutos se extiende desde agosto hasta enero (Solares Arenas & Gálvez Cortés, 2002).

¿En qué estados de la República Mexicana podemos encontrarlo?

El cuachalalate se encuentra distribuido en el eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, abarcando desde el estado de Jalisco hasta Oaxaca. Esta especie se encuentra en hábitats de clima cálido, semicálido o templado, abarcando altitudes que van desde los

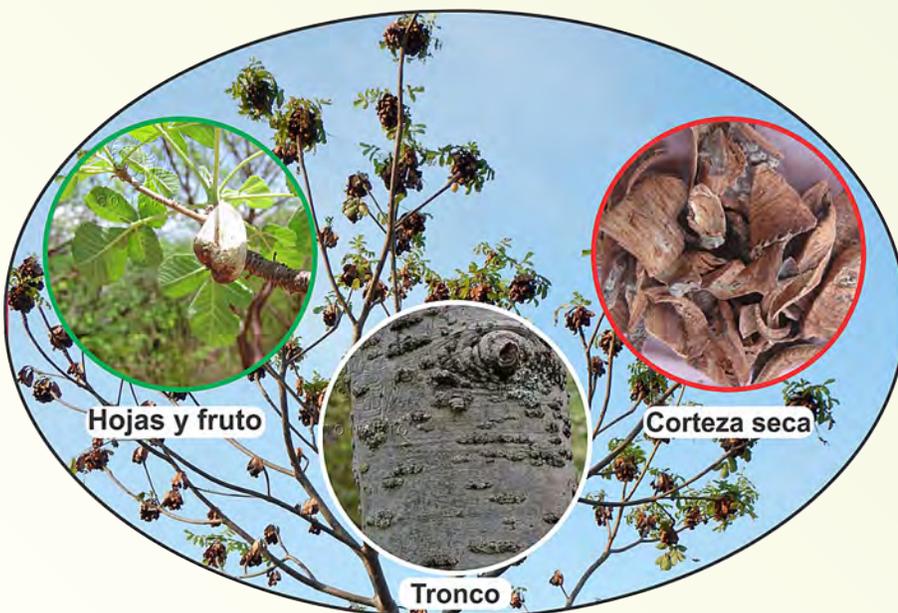


Figura 1. Cuachalalate. Algunas imágenes fueron tomadas de Oswaldo Téllez Valdés/Banco de imágenes/CONABIO y están bajo licencia de uso CC BY-NC-ND 4.0.

100 hasta 3000 metros sobre el nivel del mar (Solares Arenas & Gálvez Cortés, 2002).

¿Cuáles son sus usos medicinales?

Son muchos los padecimientos que los preparados medicinales de esta fascinante especie pueden tratar incluyendo las úlceras, cáncer de estómago, gastritis y enfermedades de la piel. El cuachalalate posee propiedades cicatrizantes, antibióticas y sirve para tratar cálculos renales y biliares ayudando a su disolución, además de que puede utilizarse para la fiebre y el manejo de los cólicos. Del mismo modo se ha reportado su uso para tratar padecimientos bucales como estomatitis, dolor de muelas, trastornos de encía y los conocidos “fuegos” bucales. La Figura 2 muestra la diversidad de usos medicinales de la corteza de esta especie.

¿A qué pueden atribuirse las propiedades medicinales del cuachalalate?

El potencial medicinal del cuachalalate se ha relacionado con la presencia de compuestos activos, particularmente de terpenos, esteroides, y polifenoles (Figura 3). Entre estos compuestos, sobresalen el ácido 3-epioleanólico, ácido masticadienónico, β -sitosterol, ácido cuachalálico, ácido oleanónico, schinol, 3-

hidroximasticadienónico, catequina, naringenina y flamenol (Sotelo-Barrera et al., 2022). La presencia de moléculas derivadas del ácido anacárdico se ha relacionado con su acción anticancerígena.

¿Qué peligros puede entrañar el uso intensivo de cuachalalate con fines medicinales?

Aunque pareciera un regalo de la naturaleza tener esta especie tan prolífica desde el punto de vista medicinal, el uso desmedido y destructivo de las cortezas de cuachalalate puede afectar la estructura interna del árbol, a nivel del cámbium y el floema conllevando a su muerte, lo que implica un riesgo para su estabilidad y conservación. Se ha descrito que, dado el uso intensivo de las cortezas, el 60% de árboles de cuachalalate mueren, mientras que el resto sobreviven sin que puedan ser nuevamente aprovechados. Por su relevancia ecológica y para evitar la colecta inadecuada de su corteza en la que se dañe la integridad del árbol se deben seguir las recomendaciones para su explotación en forma sustentable (Solares Arenas & Gálvez Cortés, 2002). Se ha sugerido que el mejor período para quitar la corteza y conseguir más rápido su regeneración sería de junio a agosto, además de que es importante que, una vez que se

descortece, la zona utilizada se cubra para reducir el agrietamiento minimizando el estrés hídrico para el árbol.

Conclusión

La importancia del cuachalalate se vincula principalmente a su explotación medicinal. La continua investigación y reconocimiento de las propiedades de esta planta ha resaltado su relevancia en diversas regiones del país. Sin embargo, para cuidar la especie es necesario seguir las recomendaciones durante la etapa de colecta de las cortezas. En resumen, el cuachalalate emerge como un recurso valioso medicinal desde tiempos ancestrales, destacando su significativa contribución a la herbolaria mexicana y su potencial para futuras investigaciones en el ámbito de la farmacología moderna.

Referencias

- Boyas, D. (1991). Regionalización ecológica del Estado de Morelos. In: Primeras Jornadas de Investigación en el Estado de Morelos. *Medardo T.U., editor*, 318.
- Esquivel-García, R., Pérez-Calix, E., Ochoa-Zarzosa, A., García-Pérez, M.-E., Esquivel-García, R., Pérez-Calix, E., Ochoa-Zarzosa, A., & García-Pérez, M.-E. (2018). Ethnomedicinal plants used for the treatment of dermatological affections on the Purépecha Plateau, Michoacán, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, 125. <https://doi.org/10.21829/abm125.2018.1339>
- Leyva, E., Navarro-Tovar, G., & Loredó-Carrillo, S. E. (2011). *Biosíntesis y actividad biológica de fitoestrógenos y fitoesteroides*.
- Llamos, B. R. H., Morejón, A. F., Bolaños, C. P., & Morales, S. T. (2008). *Fitosteroides. Parte 2: Fuentes de obtención, formas de uso y posición actual en el mercado*. 39(2).
- Rodríguez Contreras, A., Vargas Ponce, O., Vargas Amado, G., Harker, M., & Monroy Sais, A. S. (2010). *XVIII CONGRESO MEXICANO DE BOTÁNICA La botánica nacional en el bicentenario de la independencia*. 1, 882. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/IU008_Anexo_Memorias.pdf
- Solares Arenas, F., Alvarado Vázquez, J. M. P., & Cortés Gálvez, Ma. C. (2012). Canales de comercialización de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(12), 29-42.
- Solares Arenas, F., & Gálvez Cortés, M. C. (2002). *Manual para una producción sustentable de corteza de cuachalalate (Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht)*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Sotelo-Barrera, M., Cilia-García, M., Luna-Cavazos, M., Díaz-Núñez, J. L., Romero-Manzanares, A., Soto-Hernández, R. M., & Castillo-Juárez, I. (2022). *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Schiede ex Standl (Anacardiaceae): An Endemic Plant with Relevant Pharmacological Properties. *Plants*, 11(13), 1766. <https://doi.org/10.3390/plants11131766>.

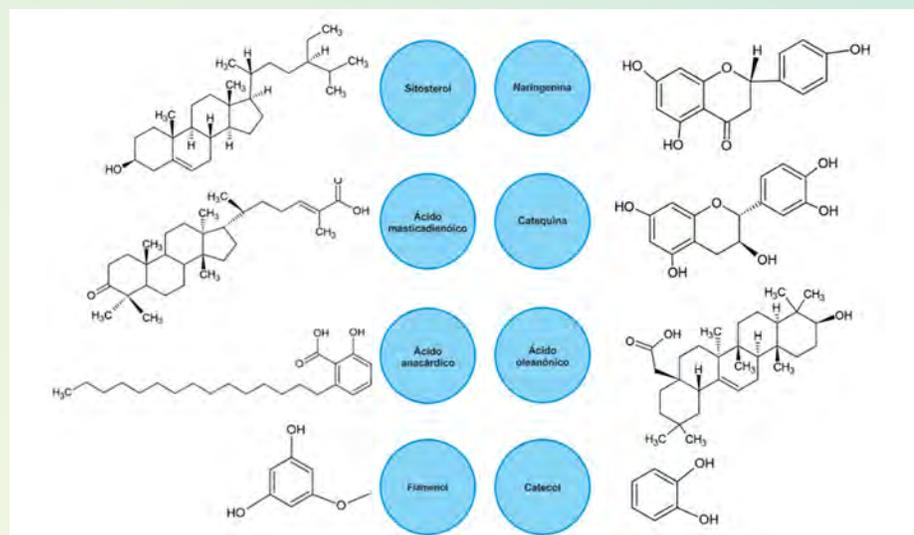


Figura 3. Compuestos bioactivos del cuachalalate. El β -sitosterol, un fitosterol, puede reducir el colesterol sérico, lo que contribuye a la salud cardiovascular. La naringenina, un flavonoide, mejora la salud cardiovascular y presenta propiedades antidiabéticas y anticancerígenas. Las catequinas, son flavonoides, tienen efectos beneficiosos en la salud cardiovascular, la pérdida de peso y la reducción del riesgo de enfermedades crónicas. El ácido anacárdico tiene potencial antimicrobiano, antiinflamatorio y antioxidante. El ácido oleanónico, un triterpeno, muestra propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y hepatoprotectoras. El catecol, un compuesto fenólico, tiene propiedades antioxidantes y aplicaciones farmacéuticas. El flamenol, es el menos estudiado, se asocia con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Leyva et al., 2011; Llamos et al., 2008)

Introducción

La diabetes es una enfermedad crónica que se caracteriza por niveles altos de glucosa en la sangre. En las últimas décadas, el número de pacientes con diabetes sigue aumentando en conjunto con las complicaciones derivadas de esta enfermedad, convirtiendo a la diabetes entre las principales causas de muerte y discapacidades a nivel mundial (Basto-Abreu et al., 2023). Todo lo anterior hace que sea cada vez más urgente el descubrimiento de nuevos tratamientos para disminuir la hiperglucemia y las complicaciones de la diabetes. Además, el costo sumamente excesivo de esta enfermedad para toda la sociedad, la disminución en la calidad de vida de las personas que la padecen, y los efectos indeseables de los fármacos antidiabéticos causan que algunos pacientes opten por la herbolaria como alternativa para tratar la diabetes. El propósito de este documento es hacer una breve mención de ejemplos de tratamientos herbolarios que han sido utilizados para tratar la diabetes en la medicina tradicional de algunos países, tomando como paradigma la metformina, el fármaco contra la diabetes más utilizado en el mundo y que fue descubierto por el uso en la medicina tradicional de la planta que lo produce (Millán, 2003). Todo esto sirve de contexto para tratar de responder a la pregunta: ¿es bueno el uso de plantas de la medicina tradicional para tratar la diabetes?

Algunas plantas usadas en la herbolaria tradicional para tratar la diabetes

Existe una variedad de plantas que han sido utilizadas por décadas para el manejo de la diabetes, principalmente del tipo 2. Dentro de esta diversidad, en México encontramos 306 especies de uso popular como el nopal (*Opuntia streptacantha*), *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae), *Cucurbita ficifolia* Bouché (Cucurbitaceae), *Agarista mexicana* (Hemsl) Judd. (Ericaceae), entre otras (Andrade-Cetto & Heinrich, 2005). Algunos productos que contienen extractos de estas plantas han sido desarrollados y comercializados como suplementos para mejorar el control de la glucosa en la sangre (Cadena-Zamudio, et al., 2019). En otros países, existen otras plantas utilizadas con el mismo fin; por ejemplo, la “Karela” en China; “el frijol de racimo indio” y “la cebolla y ajo” utilizados en Europa; “el copalchi” en

Plantas medicinales para el tratamiento de la diabetes: ¿es bueno consumirlas?

Medicinal plants for the treatment of diabetes: Is it good to consume them?

Manuel Alejandro Vargas Vargas¹, Christian Cortés Rojo¹
y Elizabeth Calderón-Cortés²

1. Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Facultad de Enfermería, UMSNH. Morelia, Mich., México.

Contacto: elizabeth.calderon@umich.mx

Resumen. Los efectos indeseables y el alto costo de los tratamientos farmacológicos contra la diabetes han ocasionado un aumento en el interés por el uso de plantas medicinales para tratar esta enfermedad. Existe alrededor del mundo una variedad de plantas que se han utilizado de manera empírica para el tratamiento de la diabetes. En algunos casos, se ha estudiado de manera sistemática la composición de estas plantas, sus efectos en la diabetes y mecanismos de acción, siendo el ejemplo mejor conocido el de la lila francesa, la planta que contiene la metformina, el fármaco antidiabético más usado en el mundo. Sin embargo, en gran parte de los casos, no se conoce la composición química, ni el principio activo o los principios activos responsables de sus efectos, sus dosis efectivas ni su toxicología. Esto es alarmante porque algunas de las moléculas presentes en diversas plantas pueden tener efectos nocivos para la salud. En este artículo resaltamos la necesidad de realizar estudios para establecer si el extracto de una planta puede ser ingerido con seguridad. Ponemos como ejemplo el de la lila francesa, de la que tuvieron que pasar más de 500 años desde su uso empírico hasta el aislamiento y la aprobación de la metformina como fármaco seguro contra la diabetes.

Palabras clave: Diabetes mellitus, plantas medicinales, metformina

Abstract. The undesirable effects and high cost of pharmacological treatments for diabetes have led to increased interest in the use of medicinal plants to treat this disease. A variety of plants around the world have been used empirically for the treatment of diabetes. In some cases, the composition of these plants, their effects on diabetes, and their mechanisms of action have been systematically studied. The best-known example is french lilac, the plant that contains metformin, the most widely used antidiabetic drug in the world. However, in most cases, the chemical composition, the active ingredient responsible for the effects, effective doses, and toxicology are not well-known. This is alarming because some molecules present in various plants can have harmful effects on health. In this article, we highlight the need for studies to establish whether a plant extract can be safely ingested. We use the example of french lilac, which took more than 500 years from its empirical use to the isolation and approval of metformin as a safe drug for diabetes.

Keywords: Diabetes mellitus, medicinal plants, metformin.

Colombia, y la más renombrada por sus antecedentes históricos, la “lila francesa” (*Galega officinalis*) en Europa (Roca, 2004).

Lila francesa: un ejemplo de la utilidad de las plantas para el desarrollo de fármacos contra la diabetes

La lila francesa era utilizada desde la edad media para tratar la diabetes (Figura 1). El efecto antidiabético de esta planta es debido a la presencia de una molécula que la industria farmacéutica denominó metformina, que actualmente es utilizada como el fármaco de primera elección para tratar la diabetes tipo 2. Como se puede apreciar en la Figura 1, ¡pasaron más de 500 años desde el uso de extractos de

esta planta hasta el aislamiento e identificación de la metformina, su caracterización y su autorización como medicamento esencial contra la diabetes! El desarrollo de la metformina como fármaco antidiabético atravesó un camino difícil, ya que se pensó en un momento dado que no podría ser utilizada como medicamento debido a sus efectos adversos, aunque con más investigación y desarrollo se llegó a formulaciones que poseen mayores beneficios que riesgos (Figura 1) (Millán, 2003). A pesar de estos desafíos iniciales, hoy en día se conoce a detalle el mecanismo de acción de la metformina, el cual incluye la reducción de la producción hepática de glucosa y la mejora en la sensibilidad a la insulina,

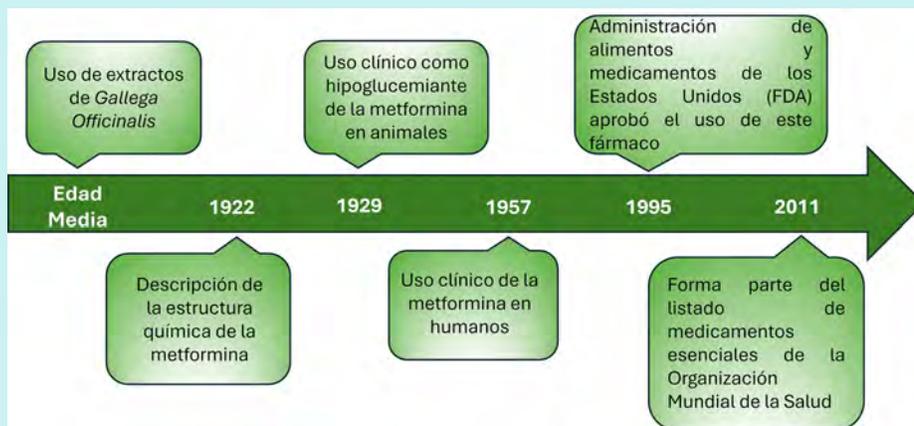


Figura 1. Evolución histórica de la metformina. Tomado y adaptado de Millán, 2003.

además de otras interacciones moleculares y celulares (Ayala-Yáñez et al., 2020).

¿Qué contienen las plantas utilizadas para tratar la diabetes?

Cuando pensamos en plantas, nos viene a la mente que es algo de origen “natural” y que “no nos hará daño”. Sin embargo, esto es una concepción totalmente errónea; piensa en la morfina, es una molécula de origen “natural”, pero su uso no medicinal o con una dosis errónea puede causar la muerte. Por ello, para poder entender que las plantas medicinales para el tratamiento de la diabetes pueden llegar a ser perjudiciales, tenemos que conocer que compuestos químicos contienen. Muchas plantas medicinales contienen una mezcla compleja de sustancias denominadas flavonoides, terpenoides, saponinas, polifenoles, alcaloides, taninos, polisacáridos, y otros compuestos que tienen ciertos efectos medicinales (Cadena-Zamudio et al., 2019). Algunos de estos compuestos pueden ser benéficos, pero otros no tanto. Un ejemplo de compuestos que pueden ser dañinos para la salud son los alcaloides. Por ejemplo, en la miel de abeja. Sí, leíste bien, ¡en la miel de abeja! En algunos casos, las abejas pueden producir miel a partir del néctar de ciertas flores que producen unos compuestos que se denominan alcaloides pirrolizidínicos. Estos compuestos, que sirven a las plantas como defensa contra herbívoros e insectos, pueden causar en los humanos daño en el hígado y favorecer el desarrollo de cáncer. Por lo tanto, si no se sabe con certeza a partir de qué flores producen miel las abejas, podemos tener mieles cuyo consumo excesivo puede provocar grandes daños a la salud. (Alvarado-Ávila et al., 2022). De aquí la importancia de que los productos herbolarios utilizados como suplementos

contra enfermedades como la diabetes deban ser elaborados bajo estrictas normas de manufactura para tener bien identificados sus componentes, a concentraciones que no produzcan efectos tóxicos en quien los consume.

Pero no todo es negativo. En el caso de algunas plantas medicinales contra la diabetes, se sabe que algunos de sus compuestos mejoran el daño provocado por los radicales libres y previenen la inflamación, lo cual es importante porque estos dos factores participan de manera importante en el desarrollo de las complicaciones de la diabetes. Asimismo, otros compuestos disminuyen los niveles de grasas y de glucosa en la sangre (Cadena-Zamudio et al., 2019).

Entonces, ¿es bueno utilizar plantas medicinales para tratar la diabetes?

Como se aprecia de la información anterior, es difícil dar una respuesta contundente. Si pasaron cientos de años desde que la lila francesa se utilizó como tratamiento herbolario contra la diabetes hasta que la metformina, su principio activo, fuera aislada, estudiada y autorizada para su uso como fármaco seguro contra la diabetes, te podrás dar cuenta de que no hay una respuesta definitiva a esta pregunta, porque en la mayoría de los casos, no se conoce ni siquiera la composición química de la mayor parte de las plantas utilizadas para el tratamiento herbolario de la diabetes, lo cual puede ser peligroso como ya vimos anteriormente. Por lo tanto, la respuesta la tendrá el médico tratante de la persona con diabetes, el cual, debido a su conocimiento y experiencia clínica, podría recomendar algún suplemento herbolario COMPLEMENTARIO a los medicamentos que se utilizan en la medicina moderna para tratar la diabetes.

Por tanto, es necesario estudiar la interacción de los componentes de las plantas medicinales con los alimentos, con otros fármacos y con la diversidad genética de diferentes poblaciones de humanos. Como se puede ver, falta muchísimo por conocer de las plantas medicinales en general para poder dar una respuesta certera de si es seguro usarlas en pacientes con diabetes.

Conclusiones

A pesar de la evidencia que apoya el uso de las plantas medicinales para tratar la diabetes, no se sabe con certeza cuales serían los efectos indeseables en las personas que las consumen. Esto es debido, en parte, a que los estudios acerca estas plantas se llevan a cabo principalmente en animales de laboratorio y en cultivos celulares, y generalmente, solo se investigan sus efectos benéficos. Hacen falta estudios toxicológicos y de seguridad para poder dar una respuesta certera a la pregunta de este artículo.

Referencias

Alvarado-Ávila, L. Y., Moguel-Ordóñez, Y. B., García-Figueroa, C., Ramírez-Ramírez, F. J., & Arechavaleta-Velasco, M. E. (2022). Presencia de alcaloides pirrolizidínicos en miel y los efectos de su consumo en humanos y abejas: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(3), 787-802. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i3.6004>

Andrade-Cetto, A., & Heinrich, M. (2005). Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(3), 325-348. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.019>

Ayala-Yáñez, R., Martínez-Ruiz, M., Alonso-de Mendieta, M., Cassis-Bendeck, D. M., & Frade-Flores, R. (2020). Metformina: interacciones moleculares, celulares y su repercusión en la Obstetricia. Revisión bibliográfica. *Ginecología y obstetricia de México*, 88(3), 161-175. <https://doi.org/10.24245/gom.v88i3.3598>

Basto-Abreu, A., López-Olmedo, N., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C. A., Moreno-Banda, G. L., Carnalla, M., & Barrientos-Gutiérrez, T. (2023). Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Pública de México*, 65, s163-s168. <https://doi.org/10.21149/14832>

Cadena-Zamudio, J. D., Nicasio-Torres, M. P., Guerrero-Analco, J. A., & Ibarra-Laclette, E. (2019). Estudios etnofarmacológicos de *Cecropia obtusifolia* (Urticaceae) y su importancia en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 (DM-2): Una mini-revisión. *Acta Botánica Mexicana*, (126). <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1361>

Millán, C. O. (2003). Metformina (primer escalón terapéutico): titulación de la dosis. *Diabetes Práctica*, 34, 3-10. <https://www.diabetespractica.com/files/docs/publicaciones/1382358492articulo1.pdf>

Roca, A. J. (2004). *Diabetes en Colombia: Recuento histórico y bibliográfico*. Academia Nacional de Medicina. ISBN 9589731260, 9789589731260.

Vitamina D ¿El aliado oculto contra el Síndrome de Ovario Poliquístico?

Vitamin D: The hidden ally against Polycystic Ovary Syndrome?

Mayra García Mondragón¹, Luis Daniel Caballero Macías² y Ana Gabriela Campos Arroyo²

1. Instituto de Capacitaciones en Nutrición Clínico Deportivo. 2. Facultad de Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Contacto: ana.campos@umich.mx

Resumen. El síndrome de ovario poliquístico (SOP) es un trastorno endocrino que afecta entre el 4 y el 20 % de las mujeres en edad reproductiva en todo el mundo, se caracteriza por generar períodos menstruales irregulares, un exceso de producción de andrógenos y ovarios poliquísticos, además de que en algunas mujeres se puede llegar a presentar resistencia a la insulina (RI) y alteraciones en la ovulación. En los últimos años se ha descrito un vínculo potencial entre la RI, el exceso de andrógenos y la deficiencia de vitamina D en mujeres con SOP. Por lo que, comprender dicha relación es de gran importancia para prevenir la progresión del SOP y disminuir los síntomas.

Palabras clave: Síndrome de ovario poliquístico, vitamina D, resistencia a la insulina.

Abstract. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is an endocrine disorder that affects 4-20 % of women of reproductive age worldwide. It is characterized by irregular menstrual periods, excess androgen production, and polycystic ovaries. In some women, it can lead to insulin resistance (IR) and ovulation disorders. In recent years, a potential link has been described between IR, excess androgens, and vitamin D deficiency in women with PCOS. Therefore, understanding this relationship is of great importance to prevent the progression of PCOS and reduce symptoms.

Key words: Polycystic ovarian syndrome, vitamin D, insulin resistance.

Introducción

El SOP es uno de los trastornos endocrino-ginecológicos más comunes en mujeres en edad reproductiva en todo el mundo, quienes lo padecen presentan irregularidades menstruales, exceso de hormonas sexuales masculinas como la testosterona (hiperandrogenismo) y morfología de ovario poliquístico, entre otros síntomas (figura 1) (King, 2022).

La manifestación clínica más significativa del SOP es el hiperandrogenismo, la cual afecta el proceso de ovulación a través de mecanismos complejos que conducen a la obesidad y la RI formando un círculo vicioso que promueve el desarrollo del SOP (Zeng *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2022).

Aunado a lo anterior, se ha observado que algunas de las comorbilidades asociadas al SOP, como la Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), la RI, el Síndrome Metabólico (SM) y las Enfermedades Cardiovasculares (ECV) presentan en común un riesgo elevado de deficiencia de vitamina D (DVD), reportándose aproximadamente del 67 % – 85 % de los casos en mujeres con SOP (He *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2013).

Vitamina D

Existen dos formas de vitamina D: la vitamina D2 (ergocalciferol) y la vitamina D3 (colecalfiferol) que se sintetiza a partir de la exposición a los rayos UV del sol. Su función principal es regular el metabolismo de calcio-fosfato, en las mujeres un valor saludable de vitamina D (25[OH]D) es de 30-40 ng/ml (Mu *et al.*, 2021).

La deficiencia de vitamina D se ha convertido en un problema de salud pública mundial, en México se reportó una deficiencia de vitamina D en mujeres del 37.7 %, equivalente a < 20 ng/ml (De la Cruz-Góngora *et al.*, 2023). Dicha deficiencia de vitamina D depende de la exposición al sol, la dieta, la ingesta de suplementos, el estilo de vida y factores genéticos (DeLuca, 2004).

Por su parte, el papel de la vitamina D en el sistema reproductor femenino se



Figura 1. Síntomas del SOP. En el SOP se presentan síntomas clínicos como el hirsutismo (crecimiento excesivo de vello), acné, alopecia (pérdida anormal del cabello), trastornos ovulatorios o infertilidad (King, 2022). Figura tomada de Fung (2019).

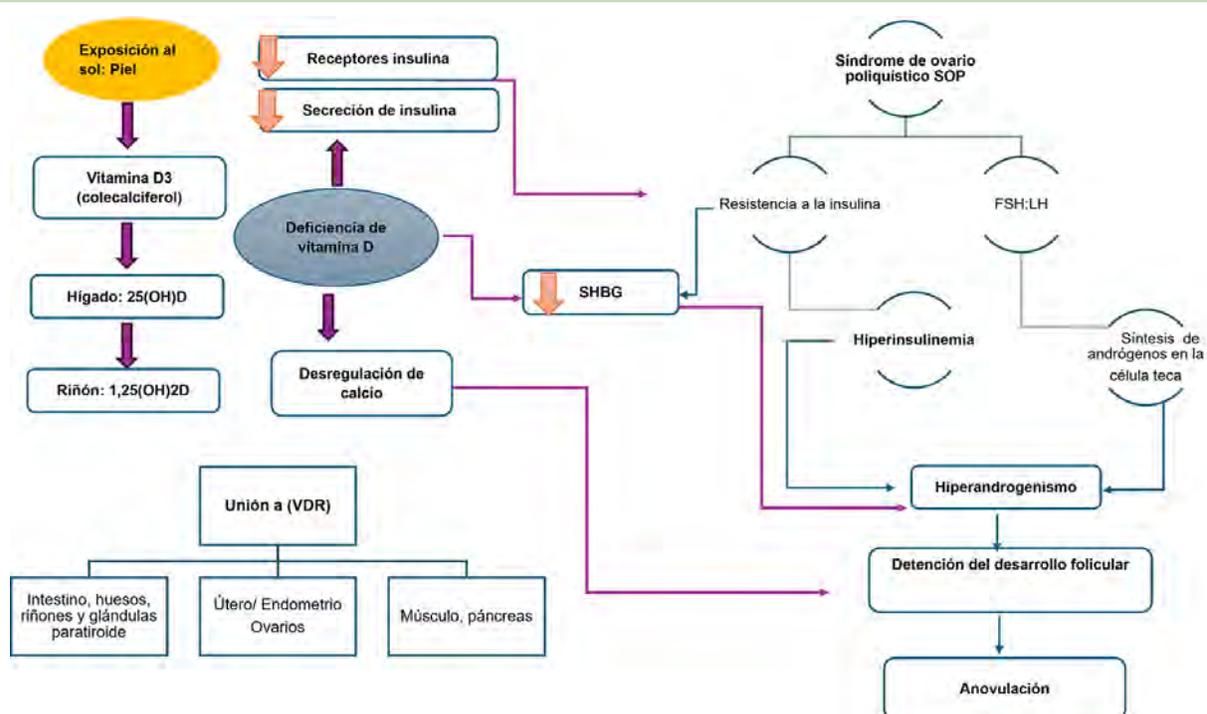


Figura 2. Relación de la deficiencia de vitamina D con la patogénesis de la resistencia a la insulina y el síndrome de ovario poliquístico (SOP). FSH (Hormona foliculo estimulante), LH (hormona Luteinizante), SHBG (globulina transportadora de hormonas sexuales), VDR (receptor de vitamina D, 25(OH)D (calcidiol), 1,25(OH)2D (Calcitriol). Elaborado a partir de Gharaei et al., (2021); Dey et al., (2023); Morgante et al., (2022).

ha investigado ampliamente porque su receptor es abundante en los órganos reproductivos, incluido el ovario, pudiendo tener una relación estrecha con los procesos de ovulación y por lo tanto con el SOP (Grzesiak, 2020).

Vitamina D y su relación con el Síndrome de ovario poliquístico

La vitamina D es una hormona que actúa a través de receptores de vitamina D (VDR), estos receptores se encuentran en el útero, endometrio, la placenta y en los ovarios, en estos últimos teniendo un papel importante en el desarrollo y maduración de los folículos (foliculogénesis) (Filipiak et al., 2016; Chang et al., 2022). El desarrollo folicular es un proceso que se lleva a cabo en los ovarios de las mujeres durante cada ciclo menstrual y está regulado por el sistema endócrino que utiliza hormonas gonadotropinas foliculo estimulante (FSH), hormona luteinizante (LH) y hormonas ováricas estrógenos y progesterona para controlar el proceso (McLaughlin, 2022).

La vitamina D promueve el desarrollo folicular al unirse a sus receptores facilitando la meiosis de los ovocitos, la estimulación de la

proliferación de células de la granulosa, la secreción de estrógeno y progesterona, así como la inhibición del efecto de la hormona antimülleriana (AMH) sobre la hormona FSH y reducción de la apoptosis celular (Grzeczka et al., 2022; Li et al., 2024).

Por otro lado, se ha demostrado la asociación de la deficiencia de vitamina D con el desarrollo del SM, hipertensión arterial, RI y obesidad, entidades patológicas que a menudo coexisten con el SOP. Algunas mujeres con SOP suelen presentar RI, una de las principales causas de hiperandrogenismo y anovulación, por ello la terapia de suplementación con vitamina D puede regular positivamente los receptores de insulina aumentando la sensibilidad a la insulina directa e indirectamente (debido a los receptores de vitamina D en las células secretoras de insulina del páncreas), y así disminuir los niveles de andrógenos circulantes en mujeres con anovulación (figura 2) (Sadeghi et al., 2022).

Finalmente, la suplementación con vitamina D en mujeres con SOP contribuye a mayores tasas de embarazo, menores tasas de andrógenos, previene abortos espontáneos y equilibra la relación FSH/LH dos hormonas

responsables del ciclo menstrual y la ovulación (Yang et al., 2023). El mecanismo propuesto es mediante la modulación de la RI ya que la insulina actúa como una co-gonadotropina en los ovarios, facilita la secreción de andrógenos y modula la respuesta pulsátil de la LH (Andriana et al., 2021).

Conclusión

Las mujeres que tienen síndrome de ovario poliquístico y resistencia a la insulina a menudo tienen bajos niveles de vitamina D, esto puede hacer que la resistencia a la insulina y los síntomas se empeoren. Por eso, se recomienda tomar suplementos de vitamina D, ya que pueden ayudar a mejorar los síntomas del SOP, como los problemas con el ciclo menstrual y el crecimiento de vello no deseado.

Referencias

Andriana, A., Hadisaputro, S., y Santjaka, A. (2021). Effect of Vitamin D on Hormonal Factors in Women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS): Systematic Review and Meta-analysis. STRADA Jurnal Ilmiah Kesehatan, 10(1), 410–421. <https://sjik.org/index.php/sjik/article/view/653>
 Chang, S., Yu-chen, Z., Jie, Yu., Yi, Zhang., Yu-ying, W., Nan, L., Jie, C., Wei, L. y Tao, T. (2022). Low Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels

- Are Associated With Hyperandrogenemia in Polycystic Ovary Syndrome: A Cross-Sectional Study. *Front. Endocrinol.* 13;1-11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.894935>
- De la Cruz-Góngora, V., García-Guerra, A., Shamah-Levy, T., Villalpando, S., Valdez-Echeverría, R. y Mejía-Rodríguez, F. (2023). Estado de micronutrientos en niños, niñas y mujeres mexicanas: análisis de la Ensanut Continua 2022. *Salud Publica Mex;* 65:s231-s237. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/14781>
- DeLuca, H. F. (2004). Descripción general de las características y funciones fisiológicas generales de la vitamina D. *Revista Americana de Nutrición Clínica,* 80(6 Suppl), 1689S–96S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.6.1689S>
- Dey, R., Bhattacharya, K., Kumar, A., Paul, N., Bandyopadhyay, R., Ray, G., Patra, M., Bhattacharjee, A., Bose, C., Shukla, N., Bhaduri, R., Sinha, S. y Kumar, A. (2023). Perspectivas inflamatorias del síndrome de ovario poliquístico: papel de mediadores y marcadores específicos. *Medio Oriente Fertil Soc J.* 28, 33. <https://doi.org/10.1186/s43043-023-00158-2>
- Filipiak, Y., Viqueira, M. y Bielli, A. (2016). Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos. *Veterinaria (Montevideo),* 52(202), 2. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092016000200002&lng=es&tlng=es
- Fung, J. (2019). Hiperandrogenismo: SOP 3. <https://www.dietdoctor.com/es/hiperandrogenismo-sop-3>
- Gharaei, R., Mahdavezhad, F., Samadian, E., Asadi, J., Ashrafnezhad, Z., Kashani, L. y Amidi, F. (2021). Antioxidant supplementations ameliorate PCOS complications: a review of RCTs and insights into the underlying mechanisms. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics.* 38, 1-15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8609065/>
- Grzeczka, A., Graczyk, S., Skowronska, A., Skowronski, M. T., y Kordowitzki, P. (2022). Relevance of Vitamin D and Its Deficiency for the Ovarian Follicle and the Oocyte: An Update. *Nutrients,* 14(18), 3712. <https://doi.org/10.3390/nu14183712>
- Grzesiak, M. (2020). Vitamin D3 action within the ovary - an updated review. *Physiological research,* 69(3), 371–378. <https://doi.org/10.33549/physiolres.934266>
- He, C., Lin, Z., Robb, S. W., y Ezeamama, A. E. (2015). Serum Vitamin D Levels and Polycystic Ovary syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients,* 7(6), 4555–4577. <https://doi.org/10.3390/nu7064555>
- Khan, H., Kunutsor, S., Franco, O. H., y Chowdhury, R. (2013). Vitamin D, type 2 diabetes and other metabolic outcomes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *The Proceedings of the Nutrition Society,* 72(1), 89–97. <https://doi.org/10.1017/S0029665112002765>
- King, T. (2022). Polycystic ovary syndrome in Singapore. *Ann. Acad. Med. Singapore.* 51 (4) 198–200. <https://annals.edu.sg/polycystic-ovary-syndrome-in-singapore/>
- Li, M., Hu, S., Sun, J. y Zhang, Y. (2024). El papel de la vitamina D3 en el desarrollo folicular. *J Ovarian Res,* 17:148. <https://doi.org/10.1186/s13048-024-01454-9>
- McLaughlin, J. (2022). Endocrinología reproductiva femenina. Manual MSD. <https://www.msdmanuals.com/es/profesional/ginecologia-y-obstetricia/endocrinologia-reproductiva-femenina/endocrinologia-reproductiva-femenina>
- Morgante, G., Darino, I., Spanò, A., Luisi, S., Luddi, A., Piomboni, P., Governini, L., y De Leo, V. (2022). PCOS Physiopathology and Vitamin D Deficiency: Biological Insights and Perspectives for Treatment. *Journal of clinical medicine,* 11(15), 4509. <https://doi.org/10.3390/jcm11154509>
- Mu, Y., Cheng, D., Yin, T. L., y Yang, J. (2021). Vitamin D and Polycystic Ovary Syndrome: a Narrative Review. *Reproductive sciences (Thousand Oaks, Calif.),* 28(8), 2110–2117. <https://doi.org/10.1007/s43032-020-00369-2>
- Sadeghi, H. M., Adeli, I., Calina, D., Docea, A. O., Mousavi, T., Daniali, M., Nikfar, S., Tsatsakis, A., y Abdollahi, M. (2022). Polycystic Ovary Syndrome: A Comprehensive Review of Pathogenesis, Management, and Drug Repurposing. *International journal of molecular sciences,* 23(2), 583. <https://doi.org/10.3390/ijms23020583>
- Singh, J. R., Jain, A., Wadhwa, N., H.R., T., y Ahirwar, A. K. (2022). La resistencia a la insulina como factor etiológico en el síndrome del ovario poliquístico: un estudio de casos y controles. *Advances in Laboratory Medicine,* 3(2), 205–209. <https://doi.org/10.1515/almed-2022-0050>
- Yang, M., Shen, X., Lu, D., Peng, J., Zhou, S., Xu, L., y Zhang, J. (2023). Effects of vitamin D supplementation on ovulation and pregnancy in women with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in endocrinology,* 14, 1148556. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1148556>
- Zeng, X., Xie, Y. J., Liu, Y. T., Long, S. L., y Mo, Z. C. (2020). Polycystic ovarian syndrome: Correlation between hyperandrogenism, insulin resistance and obesity. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry,* 502, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.11.003>

• Enviado: septiembre 02, 2024 • Aceptado: noviembre 04, 2024

Comprendiendo la obesidad y las medidas para su combate por el paciente

Understanding obesity and the measures to combat it for the patient

Juan Gerardo Reyes-García¹, Juan Carlos Huerta-Cruz² y Héctor Isaac Rocha-González¹

¹Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional.

²Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Ismael Cosío Villegas, Ciudad de México, México.

Contacto: heisaac2013@hotmail.com

Resumen. La obesidad es una enfermedad crónica y persistente, en la que participan múltiples factores en su desarrollo. En México, cerca del 70% de los adultos tiene sobrepeso u obesidad. Más allá del impacto estético y social, la obesidad aumenta el riesgo de sufrir múltiples enfermedades crónicas y la disminución de la expectativa de vida. El combate a la obesidad requiere de la aplicación de diversas medidas preventivas o de tratamiento médico y nutricional especializado. El enfrentamiento exitoso contra la obesidad precisa además del conocimiento básico del funcionamiento general del organismo en términos de alimentación, la regulación de la ingesta alimentaria y la importancia del almacenamiento de la energía en la supervivencia del ser humano. Además, resulta imprescindible el determinar personalmente el estado que guarda nuestro peso corporal, las causas básicas de la obesidad y sus riesgos, las medidas de prevención y las estrategias actuales para su tratamiento. En esta reseña se abordan estos aspectos a manera de descripción breve o mediante la formulación expresa de preguntas relevantes en primera persona que pudieran servir de base para una mejor comprensión del problema y el combate al sobrepeso y la obesidad.

Palabras clave: Sobrepeso y obesidad; prevención; tratamiento

Abstract. Obesity is a chronic and persistent disease that is caused by multiple factors. In Mexico, over 70% of adults are overweight or obese. Beyond the aesthetic and social impact, obesity increases the risk of suffering from multiple chronic diseases and decreases the life expectancy of those who suffer this disease. Combating obesity requires the application of various preventive measures or specialized medical and nutritional treatment. Successfully combating obesity requires basic knowledge of how the body works in terms of nutrition, the regulation of food intake and the importance of energy storage in human survival. In addition, it is essential to personally determine the state of our body weight, the basic causes of obesity and its risks, prevention measures and current strategies for its treatment. This review addresses these aspects as a brief description or by expressly formulating relevant questions in the first person that could serve as a basis for a better understanding of the problem and the fight against overweight and obesity.

Keywords: Overweight and obesity; prevention; treatment

1. El cuerpo humano

El cuerpo humano es una estructura organizada, compuesta por millones de células especializadas que se agrupan en tejidos (tales como el muscular y el nervioso) y órganos (tales como el corazón, el cerebro y el intestino), que a su vez conforman sistemas (tales como el cardiovascular, el nervioso y el digestivo).

Cada uno de los sistemas cumple funciones vitales específicas que permiten que el organismo funcione correctamente. Por ejemplo, el sistema cardiovascular permite el transporte de la sangre por todo el cuerpo, suministrando oxígeno y nutrientes a las células y eliminando residuos indeseables, el sistema digestivo procesa los alimentos y elimina los desechos, mientras que el sistema nervioso regula y coordina las funciones corporales y la percepción del ambiente que nos rodea.

2. La alimentación y el organismo humano

La alimentación puede definirse como el conjunto de acciones voluntarias tendientes a proporcionar nutrientes (proteínas, grasas, azúcares, vitaminas y minerales) al organismo. Los alimentos representan no solo el combustible que requieren las células para su funcionamiento; sino que, también posibilitan el crecimiento, el desarrollo y la regulación adecuada de las diversas funciones del cuerpo humano (Abarca et al., 2003).

3. Regulación de la ingesta de alimentos y el peso corporal

El sistema nervioso desempeña un papel preponderante en la regulación de la ingesta de los alimentos. De esta manera, diversos estímulos visuales, olfativos, mecánicos y hormonales

provenientes del medio ambiente o de diversos órganos del cuerpo, impulsan a la ingesta de alimentos, o bien generan la sensación de saciedad.

4. Reserva energética del organismo

El aporte energético alimentario es vital para la supervivencia humana. De esta manera, el organismo mantiene una reserva energética de azúcares y grasas almacenadas que corresponden a aproximadamente el 10% del peso corporal (Edholm et al., 1961). Estas reservas son utilizadas durante la ejecución de esfuerzos físicos o en situaciones de ayuno prolongado.

5. Deterioro de la regulación de la ingesta de alimentos e impacto sobre el peso corporal

La ingesta de alimentos es un proceso voluntario que puede superar los mecanismos inductores de la saciedad y el equilibrio entre la ingesta alimentaria y el gasto energético, lo que conllevaría al almacenamiento excesivo de los azúcares y las grasas y al consecuente aumento del peso corporal.

¿Qué es la obesidad y cómo sé si soy obeso?

La obesidad se define como la acumulación anormal o excesiva de grasa, que representa un riesgo para la salud (WHO, 2016). Para conocer mi condición actual, basta con saber multiplicar y dividir para determinar el índice de masa corporal o IMC = peso/altura², donde el peso se encuentra en Kg y la altura en metros. Por ejemplo, un individuo con peso de 80 kg y 1.68 metros de estatura, tiene un IMC = 80/(1.68 x 1.68) = 80/2.82 = 28.3 Kg/m². Considerando que el peso normal corresponde a un IMC que va de 18.5 a 24.9 Kg/m², el sobrepeso de 25.0 a 29.9 Kg/m², la obesidad grado 1 de 30.0 a 34.9 Kg/m², la obesidad grado 2 de 35.0 a 39.9 Kg/m² y la obesidad grado 3 es igual a > 40 Kg/m². Entenderemos que el cálculo anterior realizado corresponde al de un individuo con sobrepeso (Figura 1).

¿Por qué soy obeso?

La obesidad se considera una enfermedad en la que confluyen muchos factores que predisponen su aparición. Las condiciones genéticas heredadas de nuestros ancestros, la modificación de los genes por condiciones ambientales como la desnutrición o sobrenutrición de nuestros progenitores durante la gestación, el uso irracional de antibióticos durante el primer año de vida, la ingesta alta de bebidas azucaradas y alimentos fritos y grasosos, las alteraciones del sueño y un estilo de vida sedentario (de poca movilidad) son factores relacionados con el desarrollo de sobrepeso y obesidad (Cizza et al., 2012).

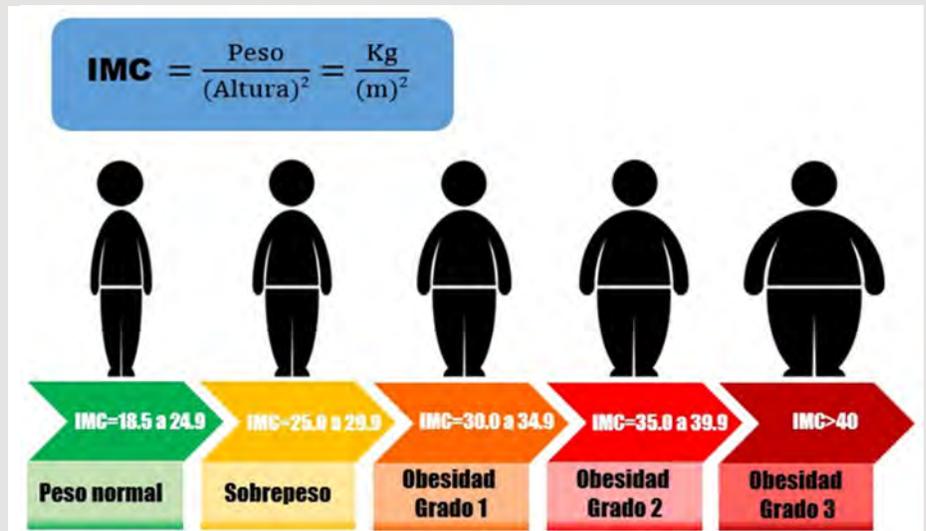


Figura 1. Grados de obesidad de acuerdo al índice de masa corporal.

¿Cuáles son los riesgos en la salud asociados con la obesidad?

La obesidad se asocia con la aparición de diabetes, hipertensión arterial, insuficiencia cardíaca, reflujo gastroesofágico, hígado graso, disfunción sexual, apnea del sueño, osteoartritis, celulitis, enfermedad cerebrovascular y diferentes tipos de cáncer incluyendo el de mama y colon, entre otras enfermedades más. Además, a mayor IMC, hay un mayor riesgo de muerte temprana. Adicionalmente, la obesidad disminuye notablemente la calidad de vida, ya que las personas obesas suelen sufrir al realizar actividades cotidianas como caminar o abrocharse los zapatos, menor disfrute de la vida social con amistades y a menudo se deprimen por su condición corporal.

¿Es posible prevenir la obesidad?

Si en el núcleo familiar no hacemos conciencia del daño que hacemos a nuestros consanguíneos y solapamos hábitos de alta ingesta de alimento chatarra ultraprocesado, hábitos de sueño incorrectos, bajo consumo de frutas y verduras, vida sedentaria (inmovilidad), y alto consumo de azúcares y postres, estamos fomentando el desarrollo de la obesidad. Un mejor estilo de vida basado en hábitos saludables (conductas que se repiten con regularidad y que se vuelven automáticas con el tiempo), pudieran hacer posible la prevención del sobrepeso, la obesidad y sus consecuencias.

¿Existe cura para la obesidad?

En realidad, no existe cura definitiva para la obesidad. Esta se considera una enfermedad crónica y recurrente (que reaparece). Sin embargo, la obesidad es una enfermedad controlable.

¿Qué tan difícil es bajar de peso?

En algunos individuos el cambio a un estilo de vida saludable consistente en: dieta, realización de ejercicio, consumo frecuente de frutas y verduras y consumo moderado de alcohol, muestran resultados espectaculares; mientras que, otros requieren de la **administración de medicamentos e incluso de cirugía reductora del tamaño del estómago para bajar de peso**. No obstante, el tratamiento de la obesidad con

medicamentos o con cirugía, conocida como bariátrica, producen resultados también muy variables en la reducción de peso, ya que algunos individuos bajan muy poco, otros bajan de manera regular y otros tantos pierden mucho peso (Figura 2).

¿Debo mantenerme a dieta durante toda la vida para mantener mi peso?

El cambio de estilo de vida a uno saludable no implica bajar la calidad de vida mediante la conducta obsesiva de eliminar por completo, por ejemplo, los deliciosos platillos de la cocina mexicana. La idea consiste en moderar la cantidad y elevar la calidad de los productos que consumimos. Más allá del reconocimiento de la obesidad como un factor de riesgo de mortalidad temprana, la relevancia del cambio de estilo de vida está respaldada por estudios que muestran que la adopción de hábitos consistentes en consumo diario de al menos 5 frutas o verduras, ejercicio regular mayor de 2 veces/mes, el consumo moderado de alcohol y no fumar se asociaron con una disminución significativa de la mortalidad independientemente del IMC de los individuos.

¿Qué medicamentos se recomiendan para bajar de peso?

En primer lugar, la administración de medicamentos solo se recomienda en aquellos pacientes obesos con IMC mayor

o igual a 30 Kg/m², o en aquellos con IMC mayor o igual a 27 Kg/m² que ya presentan una enfermedad asociada como el aumento del azúcar en sangre o presión arterial elevada, entre otras, y en aquellos pacientes que han realizado esfuerzos infructuosos de cambio de estilo de vida para la pérdida de peso. Solo un médico calificado puede determinar que medicamento se ajusta a la necesidad individual de pérdida de peso de un paciente en particular. En general, los medicamentos actualmente disponibles en México actúan disminuyendo el apetito, aumentando la saciedad y reduciendo la absorción de grasas alimentarias.

Debe considerarse que los medicamentos son solo agentes auxiliares que ayudan a que el paciente obeso cumpla con los consejos médicos de realizar dieta y ejercicio y para estimularlo a la adquisición de hábitos de vida saludables. De hecho, el uso de medicamentos para tratar la obesidad, siempre se indica en conjunto con el cambio en el estilo de vida.

Conclusiones:

La obesidad es una enfermedad compleja que requiere tratamiento de por vida. El organismo humano pareciera estar diseñado para el ahorro de la energía proveniente de los alimentos, más que para su gasto, lo cual dificulta la reducción voluntaria de la pérdida de peso. La concientización del daño que

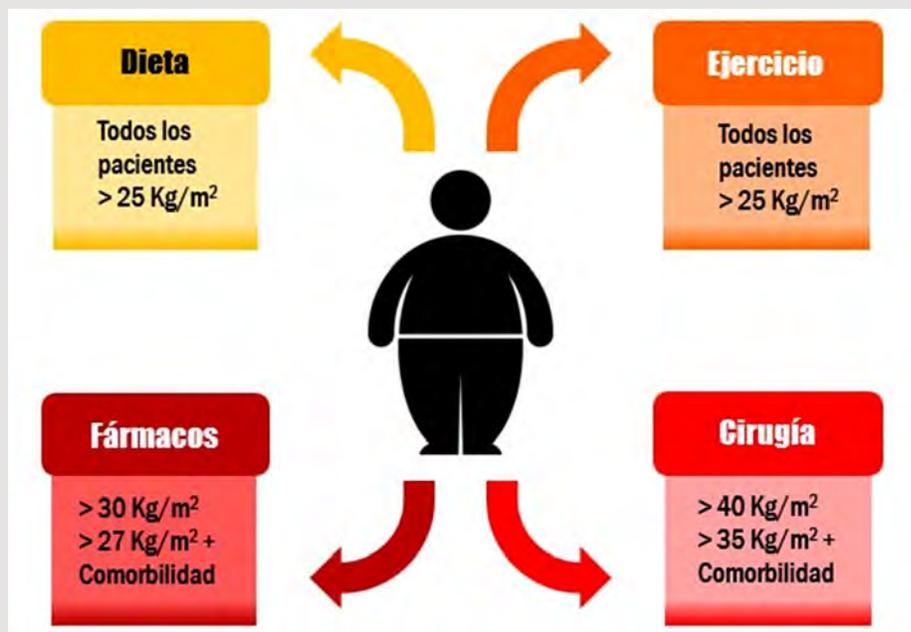


Figura 2. Tratamiento de la obesidad.

ocasiona la obesidad es un elemento clave para la búsqueda del cambio de estilo de vida y la adquisición de hábitos saludables para su prevención y manejo. En el largo plazo, es una meta más realista la adquisición de hábitos saludables, comparada con la administración de medicamentos de por vida o la exposición a una cirugía bariátrica irreversible.

Referencias

Abarca Aguiar, G. (2003). El valor de la alimentación. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 24(3-4), 83. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-29482003000200001 Cizza, G., & Rother, K.I. (2012). Beyond fast food and slow motion: weighty

contributors to the obesity epidemic. *Journal of endocrinological investigation*, 35(2), 236–242. <https://doi.org/10.3275/8182>
Edholm O.G. (1961). Energy expenditure and calorie intake in young men. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 20, 71–76. <https://doi.org/10.1079/pns19610017>
World Health Organization (WHO). (2024). Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

• Enviado: agosto 20, 2024 • Aceptado: noviembre 02, 2024

Introducción.

El consumo de cigarrillos electrónicos o “vapes” (como se conocen comúnmente) ha ido incrementando exponencialmente en la última década a partir de la venta en el mercado mexicano en el año 2010 (ENSANUT, 2022). Estos cigarrillos electrónicos se comercializaron con la idea de causar un menor daño en la salud de las personas adictas al cigarrillo convencional, ya que se estima que entre el 15% y 17.6% de la población mexicana son fumadores comunes (ENSANUT, 2022). Sin embargo, se ha demostrado que el cigarrillo electrónico también puede causar daños severos en la salud de los consumidores, principalmente en los pulmones, provocando el desarrollo de patologías como la Enfermedad Pulmonar Asociada al Uso de Productos de Vapeo (EVALI por sus siglas en inglés), Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cáncer pulmonar. Todas estas patologías anteriores se traducen en un incremento de resistencia en las vías aéreas, por lo cual, los pacientes presentan una gran dificultad para poder respirar (Tsai, 2023). Es importante señalar que estudios recientes han identificado que fumar cigarrillos electrónicos no solo afecta al sistema pulmonar, sino que también causa daños a otros sistemas como el vascular, óseo, inmunológico, renal, entre otros. En este artículo se mencionan algunos de los daños en la salud humana, principalmente en los sistemas vascular y óseo, tras el consumo continuo de cigarrillos electrónicos.

Afectaciones vasculares

Mathenson y colaboradores (2024) del Laboratorio de Fisiología Vascular e Integrativa (VIP por sus siglas en inglés) de la Universidad de Carolina del Sur en Estados Unidos de América, llevaron a

Complicaciones extrapulmonares asociadas al consumo de cigarro electrónico

Extrapulmonary complications associated with electronic cigarette consumption

Tomás Alfredo Añez Valbuena y José Gustavo Santoyo Orozco

Escuela de Medicina, Universidad Anáhuac Mayab. Mérida, Yucatán, México.

Contacto: jose.santoyo@anahuac.mx

Resumen. El uso de cigarrillos electrónicos ha tenido un crecimiento significativo en la última década, siendo promovidos como una alternativa más segura al cigarrillo convencional. No obstante, recientes investigaciones han logrado demostrar el daño que pueden llegar a causar, tanto en el sistema respiratorio, como en el vascular y el óseo. Entre estos efectos, se encontró mayor dilatación de los vasos sanguíneos de los consumidores, con una menor recuperación del flujo de la sangre, mayor riesgo de hipertensión y otras afecciones de la sangre, lo cual se traduce en mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. En cuanto al sistema óseo, se han encontrado retrasos en el cierre de las fracturas en pacientes pediátricos, además de haber encontrado que tanto la nicotina, como los componentes en el líquido de los cigarros electrónicos, disminuyen la cantidad de células óseas sanas y contribuyen a la desmineralización del hueso. En la última década se logró demostrar que el consumo de cigarro electrónico lleva a otros tipos de daños a la salud, además de los ya mencionados, como por ejemplo inmunosupresión a largo plazo, mayor riesgo de infecciones respiratorias, aumento el riesgo de cánceres pulmonares, entre otros más.

Palabras clave: Cigarrillos electrónicos, microvasculatura, osteoblastos.

Abstract. The use of electronic cigarettes has had significant growth in the last decade, being promoted as a safer alternative to tobacco. However, recent research has demonstrated the damage they can cause, both in the respiratory system, as well as in the vascular and bone systems. Among these effects, greater dilation of the blood vessels of consumers was found, with less recovery of blood flow and a greater risk of hypertension and other blood conditions, which translates into greater cardiovascular risk. Regarding the bone system, delays have been found in the closure of fractures in pediatric patients, in addition to having found that both nicotine and the components in the liquid of electronic cigarettes, decrease the number of healthy bone cells and contribute to bone demineralization. Many harmful effects produced by this type of products have been found, which will have to be investigated in depth to determine the extent of the damage.

Keywords: Electronic cigarettes, microvasculature, osteoblasts.

cabo una serie de pruebas en 42 jóvenes voluntarios adultos de sexo masculino y femenino, en un rango de edad de entre los 21 y los 31 años. La mitad de ellos eran consumidores de cigarrillo electrónico habitual y la otra mitad no utilizaba dicho producto. Ningún voluntario de ambos grupos padecía alguna comorbilidad ni tampoco presentaban antecedentes personales patológicos, antecedentes personales no patológicos o antecedentes heredo-familiares de importancia. Se evaluaron las características antropométricas (estatura y peso) de cada uno de los voluntarios y su índice de masa corporal. Las pruebas siguientes se realizaron mediante el uso de láseres con cámaras especializadas para detectar el proceso de dilatación de los principales vasos sanguíneos en el antebrazo de los participantes.

Es importante señalar que se determinó un cero biológico (o punto de partida de la medición biológica), con el objetivo de descartar actividad que no estuviera relacionado con el experimento. Posterior a la minuciosa preparación de los voluntarios, se realizaron 5 diferentes pruebas de reactividad en el antebrazo derecho con el generador de imágenes de contraste láser:

Hiperemia Térmica Local: determina la dilatación máxima en la microvasculatura de los voluntarios (se analiza el punto máximo de dilatación de los vasos sanguíneos).

Hiperemia reactiva post-oclusiva: evalúa la respuesta de tensión de corte microvascular mediada principalmente por nervios sensoriales y factores de hiperpolarización derivados del endotelio (mide capacidad de los vasos sanguíneos de volver a dilatarse después de que se obstruyeron previamente).

Iontoforesis de acetilcolina: En esta prueba se evaluó la vasodilatación microvascular dependiente del endotelio a través del óxido nítrico (se inserta una biomolécula que provocará la dilatación de los vasos sanguíneos).

Iontoforesis de nitroprusiato de sodio: Se evaluó la respuesta endotelial microvascular independiente mediante la administración de óxido nítrico a las células del músculo liso (se administra nitroprusiato de sodio a la persona y se

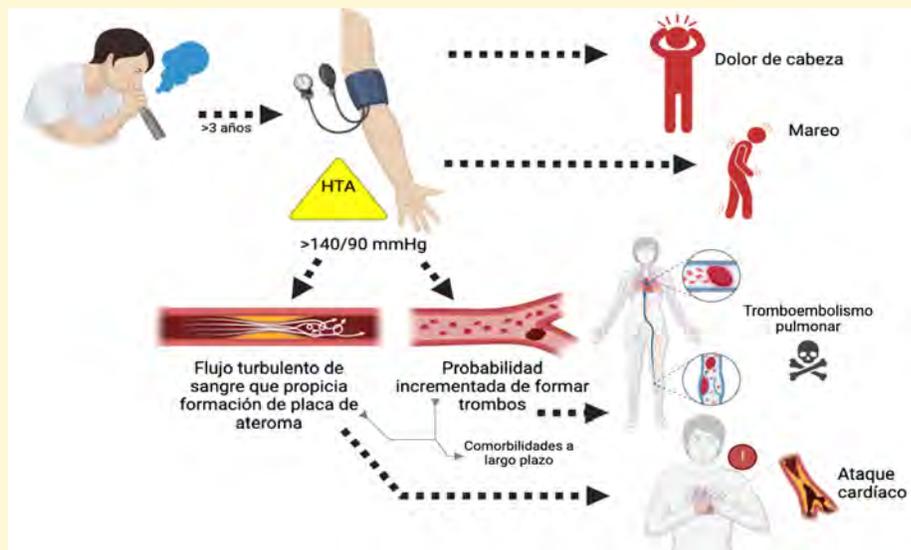


Figura 1. Efectos dañinos en la salud humana por el uso de VAPE en jóvenes adultos. (Realizada con Biorender)

observa la dilatación que provoca este fármaco)

Sitio de control: un sitio no reactivo fue monitoreado para todos los participantes. Se utilizó un área parcial de la piel entre las tres cámaras para evaluar la vasodilatación y/o el movimiento no específicos durante 30 minutos.

Los resultados de esta investigación indicaron que los efectos observados en la salud de los pacientes no se vieron afectados por el sexo (si eran hombres o mujeres), tampoco influyeron las características antropométricas (si eran delgados o con sobrepeso, altos o bajos de estatura) o demográficas (lugar donde habitan) de los voluntarios. De igual forma, no se mostraron diferencias significativas en el flujo base de la microvasculatura o en el movimiento Browniano de ambos grupos de participantes (el flujo de los componentes sanguíneos fue el mismo). En la prueba de hiperemia térmica local se observó una mayor apertura de los vasos sanguíneos de la piel en el grupo de consumidores de cigarrillos electrónicos, lo que significa que el consumo de vape genera una mayor pérdida de calor, un aumento en el enrojecimiento de la piel y una mayor sensibilidad al tacto. En la segunda prueba (hiperemia reactiva post-oclusiva), se encontró que el grupo consumidor de cigarrillos electrónicos mostró menor respuesta. Esto quiere decir que el retorno sanguíneo a un órgano o extremidad después de que se

impide momentáneamente la circulación, tardará más en volver, lo que trae algunas consecuencias como la posible obstrucción de vasos sanguíneos, facilitando, por ejemplo, que se desate un evento cerebrovascular. En las pruebas de dilatación endotelial dependiente y dilatación endotelial independiente (dilatación de los vasos sanguíneos de forma natural o inducida por alguna sustancia), en los pacientes fumadores se encontró que tienen un mayor tiempo de dilatación por lo que tendrán repercusiones en su salud como hipertensión, aumento de riesgo de aterosclerosis, mayor riesgo de trombosis y otros problemas circulatorios (figura 1). Por último, en el sitio de control no se encontraron cambios importantes entre los dos grupos. Es fundamental señalar que el grupo, no fumador, no presentó alteraciones en ninguna de las pruebas antes descritas. (Mathenson et al., 2024).

Se muestra la principal consecuencia HTA (hipertensión arterial) la cual acontece después de 3 años de uso constante del cigarrillo electrónico, aunque en personas que tengan otras comorbilidades será más pronto. Debido a la HTA, el paciente puede sobrellevar síntomas como mareo, dolor de cabeza y dolor en el pecho. A largo plazo incrementa la probabilidad de desarrollar trombos (coágulos de sangre que llegan a obstruir el flujo de sangre normal) y placas de ateroma (lesiones focales en la parte más íntima de las arterias). Posterior a esto, la probabilidad de que una persona sufra

un ataque cardíaco (obstrucción del acceso de sangre al músculo cardíaco) o una tromboembolia pulmonar (obstrucción por un émbolo, que es fragmento de un trombo, pero que viaja por todo el sistema sanguíneo, a las arterias pulmonares) aumenta considerablemente y se agrava aún más si el paciente tiene malos hábitos alimenticios, vida sedentaria, consumo de sustancias tóxicas, antecedentes heredofamiliares importantes, entre otras (Mathenson et al., 2024). (Elaboración propia).

Afecciones óseas

Tal como se expuso anteriormente, las complicaciones asociadas al consumo de cigarrillos electrónicos, no son exclusivas del sistema respiratorio, sino también tienen un impacto en los vasos sanguíneos y en el sistema óseo. Nicholson y colaboradores (2021) llevaron a cabo una investigación publicada en *Journal of Inflammation* acerca del impacto que puede causar tanto el humo como los componentes líquidos de los cigarrillos electrónicos sobre la salud ósea. Se consideró que la nicotina no era el único componente encargado del daño en todo el cuerpo. De la misma manera, se propuso que los saborizantes que se utilizan en los cigarrillos electrónicos, como el propilenglicol y el glicerol, ingresan a la circulación sistémica y tienen un impacto negativo en los huesos, ya que es tejido altamente vascularizado. También se analizaron los “E-liquids” que son los líquidos que llevan los dispositivos, encargados de producir el sabor y el vapor. Cuando los E-liquids fueron aplicados de manera directa sobre osteoblastos (células formadoras de hueso) redujeron la cantidad de células sanas (viabilidad celular), independientemente de la dosis de nicotina. Juntos, estos resultados indican que tanto la nicotina como los contenidos de los cigarrillos electrónicos tienen efectos perjudiciales en la salud de los huesos. Es de resaltar que en dicho estudio también se incluyó evidencia que indica que el uso de los cigarrillos electrónicos genera en los pacientes un aumento en el consumo, en un intento de dejar el cigarrillo de tabaco, lo que genera suficiente producto para tener la misma cantidad de nicotina a los cuales estaban acostumbrados cuando consumían tabaco. En dado caso, el daño

producido por la alternativa “más sana y segura” es similar a la de los cigarrillos convencionales (Nicholson et al., 2021).

En el año 2022, se publicó una revisión sistemática de los efectos ortopédicos de los cigarrillos electrónicos, donde se analizaron 3 casos de pacientes en edad pediátrica (niños y adolescentes), con diversas fracturas, los cuales presentaron retrasos en la curación (consolidación), desde 15 hasta 18 semanas (Armstrong L, et al., 2022).

Se analizaron 330 casos de fracturas, donde estos 3 resaltaron como un grupo de casos de consolidación difícil, teniendo en común que los 3 pacientes eran consumidores de cigarrillos electrónicos, los cuales sirvieron como generadores de hipótesis, asociando su consumo con el retraso de la consolidación de las fracturas.

Otro estudio reciente llevado a cabo por Nicholson en el año 2022 se enfocó en los efectos del vapor condensado de los cigarrillos electrónicos (ECVC, por sus siglas en inglés) y la forma en la que perjudican y reducen la viabilidad de los osteoblastos (células que forman hueso), mediante una vía dependiente de nicotina. Los autores encontraron que los humectantes presentes en los “e-liquids” (principalmente propilenglicol y glicerina vegetal) al ser sometidos a descomposición térmica, forman especies reactivas de carbonilo (compuestos químicos que dañan el ADN y proteínas de la célula),

originando efectos perjudiciales. El desarrollo de nuevas tecnologías, ha permitido crear nuevas generaciones de cigarrillos electrónicos, los cuales son capaces de producir vapor con mayor temperatura, debido a su batería de mayor tamaño, permitiendo una mejor entrega de la nicotina. No obstante, al descomponer los humectantes presentes en los “e-liquids” con mayor temperatura, se produce una mayor cantidad de especies reactivas de carbonilo, llevando a efectos dañinos a largo plazo.

Adicionalmente, se comparó el efecto del ECVC y de un ECVC libre de nicotina (nfECVC, por sus siglas en inglés), recolectado de cigarrillos electrónicos de segunda y tercera generación. Se encontró que, en los dispositivos de tercera generación, la exposición a 1% de ECVC fue suficiente para reducir significativamente la viabilidad de los osteoblastos en comparación con los controles (células no expuestas al ECVC). Las concentraciones de 2.5% o superiores, disminuyeron aún más la viabilidad y la forma de las células. Luego se compararon los resultados entre los que contenían nicotina y los libres de ella, que encontraron que, en altas concentraciones, ambas soluciones causaron daños significativos en los osteoblastos. En este estudio, lograron demostrar que la exposición al ECVC reduce la viabilidad de los osteoblastos y su función de manera dosis dependiente. (Nicholson et al., 2022).

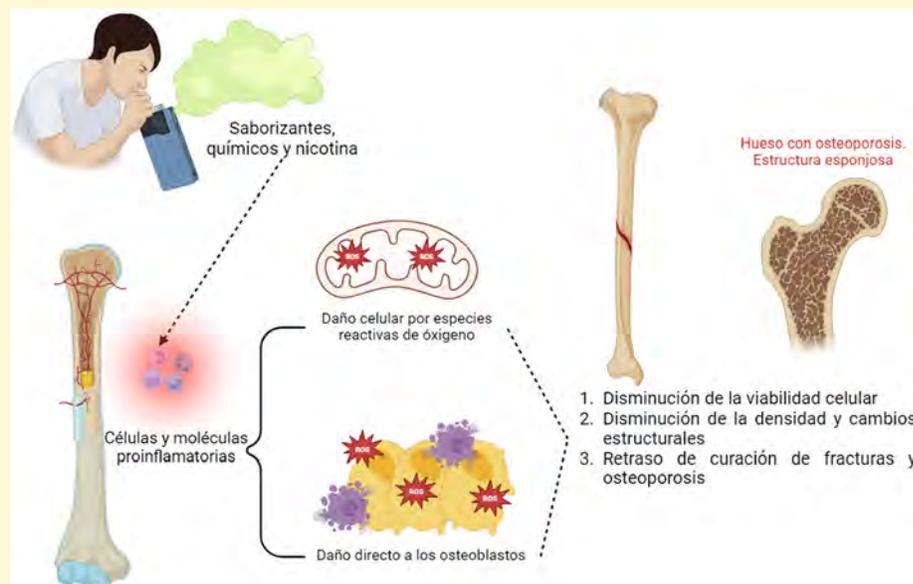


Figura 2. Efectos nocivos del uso del VAPE en la médula de huesos largos. (Realizada con Biorender)

Es importante señalar que los cigarrillos electrónicos utilizan distintos saborizantes químicos, los cuales también tienen efectos perjudiciales en la salud humana. Algunos químicos saborizantes pueden causar daños directos, como la disminución de viabilidad celular y el incremento de señales pro-inflamatorias, produciendo un estado pro-inflamatorio, lo cual implica una activación constante del sistema inmune, debilitando su capacidad de respuesta ante infecciones, además de causar daño a los tejidos sometidos a la inflamación crónica. Específicamente, el saborizante de canela mostró una mayor disminución de la viabilidad atribuida al estrés oxidativo (daño causado por la acumulación de moléculas inestables, radicales libres y especies reactivas de oxígeno, que el cuerpo no es capaz de eliminar, dañando los componentes celulares).

El daño se debe principalmente a las sustancias inhaladas al usar los cigarrillos electrónicos, tales como la nicotina, los saborizantes y las partículas de metal. Estas sustancias provocan inflamación y liberación de especies reactivas de oxígeno, dañando directamente a las células formadoras de hueso, los osteoblastos. Esto reduce la de cantidad células saludables y por consecuencia, una densidad disminuida de los huesos (osteopenia), y en casos graves, osteoporosis (huesos débiles y

frágiles), aumentando el riesgo de fracturas y retrasando el tiempo de curación (Nicholson T et al., 2022).

Conclusión:

Los cigarrillos electrónicos, que inicialmente fueron promovidos como alternativa segura al tabaco convencional para facilitar el abandono del hábito de fumar, han demostrado ser una fuente significativa de riesgos para la salud. Su consumo recreativo se ha incrementado de manera exponencial, sin conocer completamente los efectos nocivos a largo plazo. Estudios recientes han revelado que estos cigarrillos no solo son dañinos para los pulmones, sino que también tienen un impacto negativo en el sistema óseo y vascular.

El consumo indiscriminado de los cigarrillos electrónicos se ha asociado con problemas de hipertensión arterial y otros trastornos cardiovasculares, lo que compromete la salud del sistema vascular. Entre los efectos del sistema óseo, los productos presentes en el líquido de vapeo puede afectar la densidad y la resistencia ósea, incrementando el riesgo de fracturas y retrasando la cicatrización ósea.

A pesar de que algunos estudios no han llegado a conclusiones definitivas, se tiene evidencia que sugiere una clara correlación entre el uso de cigarrillos electrónicos y el deterioro de la salud.

Por lo tanto, se considera urgente continuar con la investigación para poder comprender sus efectos, tanto a corto como a largo plazo, así como establecer medidas de control y prevención para proteger la salud pública.

Referencias:

Armstrong, M. L., Smith, N., Tracey, R., & Jackman, H. (2022). The Orthopedic Effects of Electronic Cigarettes: A Systematic Review and Pediatric Case Series. *Children (Basel, Switzerland)*, 9(1), 62. <https://doi.org/10.3390/children9010062>

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (n.d.). ENCUESTAS. Retrieved August 4, 2024, from <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontina2022/>

Matheson, C., Simovic, T., Heefner, A. et al. Evidence of premature vascular dysfunction in young adults who regularly use e-cigarettes and the impact of usage length. *Angiogenesis* 27, 229–243 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10456-023-09903-7>

Nicholson, T., Scott, A., Newton Ede, M., & Jones, S. W. (2021). The impact of E-cigarette vaping and vapour constituents on bone health. *Journal of inflammation (London, England)*, 18(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s12950-021-00283-7>

Nicholson, T., Davis, L., Davis, E. T., Newton Ede, M., Scott, A., & Jones, S. W. (2022). e-Cigarette Vapour Condensate Reduces Viability and Impairs Function of Human Osteoblasts, in Part, via a Nicotine Dependent Mechanism. *Toxics*, 10(9), 506. <https://doi.org/10.3390/toxics10090506>

Tsai, M., Byun, M. K., Shin, J., & Crotty Alexander, L. E. (2020). Effects of e-cigarettes and vaping devices on cardiac and pulmonary physiology. *The Journal of physiology*, 598(22), 5039–5062. <https://doi.org/10.1113/JP279754>

• Enviado: julio 27, 2024 • Aceptado: noviembre 06, 2024

La seguridad del paciente es tarea de todos *Patient safety is everyone's job*

Víctor Hugo Ortiz Montalvo, María Jimena Arciga Ornelas

Facultad de Salud Pública y Enfermería, UMSNH, Morelia Mich., México.
Contacto: victorhugoortizmontalvo@gmail.com

Resumen. La seguridad del paciente es una disciplina médica que tiene por objetivo prevenir en la medida de lo posible daños innecesarios a la salud de los pacientes durante la prestación de servicios de salud. Para lograr el objetivo anterior, es necesaria la participación conjunta a través del trabajo en equipo de todos los actores involucrados directa e indirectamente en la atención ambulatoria y hospitalaria que se brinda en los diferentes niveles de atención en salud. Fomentando siempre la participación activa de los pacientes en la atención que reciben e involucrando a sus familiares para lograr sistemas de salud seguros, dignos, con calidad, calidez y sobre todo resolutivos a las necesidades y problemáticas de los pacientes.

Palabras clave. Participación, trabajo en equipo, seguridad del paciente.

Abstract. Patient safety is a medical discipline that aims to prevent, as far as possible, unnecessary harm to patients' health during the provision of health services. To achieve the above objective, joint participation through teamwork of all actors involved directly and indirectly in outpatient and hospital care at different levels of health care is necessary. Always encouraging the active participation of patients in the care they receive and involving their families to achieve safe, dignified health systems, with quality, warmth and, above all, responsive to the needs and problems of patients.

Keywords. Participation, teamwork, patient safety.



Figura 1. De manera anual, el 17 de septiembre se celebra el día mundial de la Seguridad del Paciente. Autor: (OPS, 2023). Tomada de: <https://who.canto.global/v/WPSD23/smartalbum/>

Introducción

La seguridad del paciente nace como respuesta al constante incremento de los diversos factores que pueden generar daño a la salud de los pacientes durante la prestación de servicios de salud en los establecimientos ambulatorios (servicios de salud que no brindan hospitalización al paciente) y hospitalarios. Los principales factores que amenazan la seguridad del paciente en las instituciones de salud son los siguientes: desastres naturales, fenómenos relacionados con el cambio climático, errores humanos en la práctica clínica, excesiva carga laboral, prácticas deficientes del lavado de manos, falta de programas de capacitación al personal de salud, errores de comunicación, poca participación de pacientes y familiares en la atención clínica que reciben, presupuestos deficientes en el sistema de salud y la ausencia de políticas públicas en materia de seguridad al paciente.

A nivel mundial, la atención sanitaria insegura daña la salud de 1 de cada 10 pacientes y anualmente, más de 3 millones de personas fallecen como consecuencia de ello. En México “el 2% de los pacientes hospitalizados muere y el 8% sufre algún daño, a causa de eventos adversos relacionados con la seguridad del paciente” (DOF, 2017). Las principales

causas de daños a la salud de los pacientes durante la prestación de servicios de salud son las siguientes: errores humanos en la administración de medicamentos, errores diagnósticos, caídas hospitalarias, prácticas de inyecciones poco seguras, cirugías poco seguras, realizar procedimientos médico quirúrgicos al paciente equivocado y adquirir alguna infección durante la atención clínica que se brinda en algún centro de salud u hospital.

Desarrollo

La atención clínica insegura causa problemas económicos, sociales y de salud para los pacientes afectados y sus familias. Después de ocurrir un daño por un procedimiento clínico inseguro, aumentan los gastos médicos para las familias de los pacientes afectados porque se prolongan las hospitalizaciones y se incrementan los tratamientos por secuelas físicas o psicológicas. Las principales consecuencias sociales asociadas a prácticas clínicas poco seguras, se mencionan a continuación: disminución de la productividad laboral, mayores incapacidades laborales, ausentismo laboral, desempleo, abandono escolar y hogares incompletos por la pérdida de un ser querido a causa de errores humanos en la atención clínica que pudieron ser prevenibles en la mayoría de los casos.

Con la finalidad de garantizar servicios de salud seguros, nace el PLAN DE

ACCIÓN MUNDIAL PARA LA SEGURIDAD DEL PACIENTE 2021-2030 Hacia la eliminación de los daños evitables en la atención de salud, el cual tiene por objetivo: “lograr en todo el mundo la máxima reducción posible de los daños evitables debidos a una atención de salud poco segura” (OMS, 2022).

En México las políticas públicas de seguridad al paciente son responsabilidad de la Secretaría de Salud a través de la Dirección General de Calidad y Educación en Salud (DGCE). Con la finalidad de alcanzar la seguridad y calidad en los servicios de salud, el 8 de septiembre de 2017, se publica en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el que se declara obligatorio para todos los miembros del Sistema Nacional de Salud, la implementación de las 8 acciones esenciales de seguridad del paciente, que se mencionan a continuación: identificación correcta de los pacientes, comunicación efectiva, seguridad en el proceso de medicación, seguridad en los procedimientos, reducción del riesgo de infecciones asociadas a la atención de la salud (IAAS), reducción del riesgo de daño al paciente por causa de caídas, prevención, notificación, registro y análisis de eventos adversos (lesiones causadas por complicaciones médicas que no pertenecen a la historia natural de la enfermedad) y la cultura de seguridad del paciente (DOF, 2023).

Además de las acciones anteriores, el Sistema Nacional de Salud de nuestro país dispone del Modelo Único de Evaluación de la Calidad (MUEC), para verificar que los establecimientos de atención médica en sus diferentes niveles de atención cumplan con los máximos parámetros de calidad y seguridad durante la prestación de servicios de salud (CSG, 2023).

Las estrategias anteriores de seguridad al paciente, se fortalecen con la implementación del programa hospital seguro, que tiene por objetivo salvaguardar la integridad de los pacientes hospitalizados en situaciones donde está en riesgo su vida por amenazas sociales, naturales o antropogénicas (desastres naturales, fenómenos relacionados al cambio climático, conflictos bélicos o problemas sociales de gran magnitud), además de garantizar el funcionamiento de los

hospitales a su máxima capacidad durante y después de las amenazas anteriormente mencionadas (DGCES, 2016).

Para brindar servicios de salud libres de riesgos, errores y daños a los pacientes que reciben atención clínica, es necesaria la participación de todos los involucrados en la prestación de servicios de salud. A continuación, se menciona cómo pueden contribuir los involucrados.

Gobiernos. El gobierno federal y los gobiernos estatales son responsables de garantizar a la población servicios de salud accesibles, universales, dignos, seguros, con calidad y calidez. Los gobiernos participan en las tareas de seguridad al paciente a través del financiamiento público que le otorgan al Sistema de Salud de México.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), recomienda a los países de la Región de las Américas destinar un gasto público en salud igual o mayor al 6% de su producto interno bruto (PIB), (OPS, 2018). El presupuesto anterior, además de ampliar la cobertura en salud, permite que los establecimientos de atención médica cuenten con infraestructura segura, personal de salud capacitado, mejores prácticas médicas, mayor investigación de los daños asociados a la atención de la salud, abasto suficiente de medicamentos, insumos necesarios y tecnologías suficientes para mejorar los sistemas de información sanitaria y vigilancia epidemiológica.

Pacientes. Todos los pacientes que reciben atención sanitaria de manera ambulatoria u hospitalaria pueden participar en su propia seguridad a través de las siguientes acciones: tener una higiene correcta de manos en los momentos oportunos, mantener una comunicación efectiva con todo el equipo de los establecimientos de salud, apegarse a las indicaciones terapéuticas de los tratamientos, evitar la automedicación (tomar medicamentos sin indicación médica), cumplir con los protocolos de prevención de caídas y participar en la toma de decisiones por medio de la identificación, notificación y seguimiento de las causas más habituales de daños asociados a la prestación de servicios de salud.



Figura 2. La participación de los pacientes en la atención médica que reciben es clave para la reducción de daños. Autor: (OMS, 2019).

Tomada de: <https://www.who.int/es/campaigns/world-patient-safety-day/2019/campaign-materials>

Profesionales de la salud. Para alcanzar la calidad y seguridad en los servicios de salud, es necesario que los profesionales de la salud se mantengan en constante capacitación para tener conocimientos actualizados que les permitan ejercer su profesión bajo el principio de la evidencia científica.

Por ello, resulta fundamental fortalecer la formación de recursos humanos mediante programas que incluyan la impartición de cursos, talleres, seminarios, diplomados y actividades académicas enfocadas a cumplir en la práctica clínica con los mayores estándares de seguridad al paciente.

Familiares. Los familiares de los pacientes son fundamentales en la prevención de daños asociados a la atención de la salud, ya que se involucran directamente en los cuidados de sus familiares al momento de acompañar el cumplimiento de los planes terapéuticos, establecer comunicación con el personal de salud, apoyar a los pacientes en los procesos de alimentación e higiene personal y en el caso de los pacientes pediátricos, adultos mayores y personas con discapacidad son los familiares los encargados de asistirlos y vigilar que cumplan adecuadamente con las indicaciones de las recetas médicas.

Conclusión

Está científicamente comprobado que se obtienen mejores resultados en la seguridad al paciente cuando hay coordinación entre los equipos de salud, pacientes, familiares de los pacientes, autoridades gubernamentales y sociedad en general. El objetivo prioritario de la seguridad al paciente es identificar áreas de oportunidad de mejora en los servicios de salud para reducir en la medida de lo posible daños asociados a la atención del paciente y así evitar gastos en salud por atención sanitaria insegura. Por lo anterior, resulta fundamental ejercer las profesiones del área de la salud bajo el principio de la evidencia científica, destinar mayor presupuesto a las tareas relacionadas con la seguridad del paciente y fomentar entornos en los que el paciente participe activamente en los cuidados que recibe para alcanzar una cultura de seguridad sólida y efectiva.

Referencias

CSG. Consejo de Salubridad General (2023). Modelo Único de Evaluación de la Calidad MUEC. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/920135/MODELO_UNICO_DE_EVALUACION_DE_LA_CALIDAD_V.30-06-2023.pdf

Cuando tu mejor amigo no humano, aloja al peor enemigo de tu salud

When your best non-human friend houses the worst enemy of your health

Víctor Manuel Chávez Jacobo

Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.
Cuernavaca, Morelos, México.

Contacto: vchavez@ccg.unam.mx

Resumen. Los animales de compañía se han convertido en una parte muy importante de nuestras vidas, llegando a ocupar el puesto de nuestros mejores amigos. Contar con uno en nuestra vida presenta múltiples beneficios para nuestra salud, desde mejorar nuestro estado de ánimo hasta mejorar nuestra actividad física. Sin embargo, una relación tan estrecha también ha traído nuevas dificultades y es que, al crecer la población de animales domésticos y estrecharse el vínculo con los humanos, es posible presentar problemas de salud si no tenemos las medidas de higiene necesarias. Estas enfermedades se denominan zoonosis, y pueden ser causadas por bacterias, hongos, virus y parásitos. Además, se pueden adquirir por contacto directo o a través de un vector, como pueden ser los mosquitos o las garrapatas, entre otros. En el presente artículo revisamos algunas de las zoonosis más comunes y mencionamos algunas medidas muy sencillas para mantener a salvo nuestra salud y la de nuestros compañeros.

Palabras clave: Zoonosis, perro, gato.

Resume: Pets have become integral part of our lives, often assuming the role of our closest companions. Having a pet offers numerous health benefits, from boosting our mood to increasing physical activity. However, this close relationship also presents new challenges. As the population of domestic animals grows and our bond with them deepens, we face potential health risks if we neglect necessary hygiene measures. These health issues, known as zoonoses, can result from exposure to bacteria, fungi, viruses and parasites. Zoonoses can be transmitted through direct contact or through vectors such as mosquitoes or ticks, among others. In this article, we explore some common zoonotic diseases and provide straightforward measures to safeguard our health and that of our beloved pets.

Key words: Zoonosis, dogs, cats.

Introducción

Un animal de compañía es un animal domesticado, es decir, ha sido criado y adaptado para vivir en estrecha relación con los seres humanos. Los más comunes son perros, gatos, aves, peces, reptiles u otros animales con los que podemos compartir nuestro hogar y afecto. Actualmente existen muchas razones para tener animales de compañía, principalmente razones afectivas y de compañía, ya que poseen un importante valor emocional (Lass-Hennemann et al., 2022). Además, también existen ejemplos específicos de como los animales pueden mejorar nuestra salud física (Levine et al., 2013):

Reducción del estrés: el contacto directo libera endorfinas y disminuye los niveles de cortisol por lo que se reduce el estrés y la ansiedad.

Ejercicio físico: Mantenernos activos físicamente es beneficioso para la salud cardiovascular, por lo que tener un compañero que nos invite a jugar o a pasear con él nos motivara a hacer ejercicio.

Mejora el estado de ánimo: La interacción con animales puede aumentar la liberación de serotonina y dopamina.

Apoyo emocional: Nos pueden brindar compañía y apoyo emocional, especialmente en momentos difíciles y de soledad.

DOF. Diario Oficial de la Federación (2017). Acuerdo por el que se declara la obligatoriedad de la implementación, para todos los integrantes del Sistema Nacional de Salud, del documento denominado Acciones Esenciales para la Seguridad del Paciente. Diario Oficial de la Federación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5496728&fecha=08/09/2017#gsc.tab=0

DOF. Diario Oficial de la Federación (2023). Acuerdo que modifica el Anexo Único del diverso por el que se declara la obligatoriedad de la implementación, para todos los integrantes del Sistema Nacional de Salud, del documento denominado Acciones Esenciales para la Seguridad del Paciente, publicado el 8 de septiembre de 2017. Diario Oficial de la Federación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5692439&fecha=16/06/2023#gsc.tab=0

DGCES. Dirección General de Calidad y Educación en Salud (2016). Programa Hospital Seguro. <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/programa-hospital-seguro-21869>

OMS. Organización Mundial de la Salud (2019). Materiales promocionales.
<https://www.who.int/es/campaigns/world-patient-safety-day/2019/campaign-materials>

OMS. Organización Mundial de la Salud (2020). Día Mundial de la Seguridad del Paciente 17 de septiembre de 2020.
<https://www.who.int/es/campaigns/world-patient-safety-day/2020>

OMS. Organización Mundial de la Salud (2022). Plan de acción mundial para la seguridad del paciente 2021-2030: Hacia la eliminación de los daños evitables en la atención de salud. Organización Mundial de la Salud. <file:///C:/Users/Salud/Downloads/9789240062504-spa.pdf>

OMS. Organización Mundial de la Salud (2023). Seguridad del paciente. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>

OMS. Organización Mundial de la Salud (2023). Día Mundial de la Seguridad del Paciente 2023: Involucrar a los pacientes en la seguridad del paciente. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/events/detail/2023/09/17/default-calendar/world-patient-safety-day-2023—engaging-patients-for-patient-safety>

OPS. Organización Panamericana de la Salud (2018). ESPACIO FISCAL PARA LA SALUD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Organización Panamericana de la Salud. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34947/9789275320006_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OPS. Organización Panamericana de la Salud (2023). Día Mundial de la Seguridad del Paciente 2023: Involucrar a los pacientes en la seguridad del paciente. <https://www.paho.org/es/campanas/dia-mundial-seguridad-paciente-2023-involucrar-pacientes-seguridad-paciente>

OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2020). The economics of patient safety: from analysis to action. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Beneficios terapéuticos: La terapia con animales suele utilizarse en hospitales y centros de rehabilitación para mejorar la recuperación de los pacientes.

Por lo anterior, queda bastante claro el impacto positivo en nuestra salud física y mental. Por lo que no resulta sorprendente que tengamos un animal de compañía, o incluso más, formando parte de nuestra familia. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), hay 35 millones 219 mil 141 hogares, aproximadamente el 70.98% de ellos tienen al menos uno. Aunque no existe una medición exacta del número total de animales de compañía en el país, la Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado (ENBIARE) estima que alrededor de 80 millones de animales de compañía viven en unos 25 millones de hogares mexicanos. De estos, 43.8 millones son perros, lo que representa el 54.75%, mientras que 16.2 millones son gatos (20.25%), y 20 millones son peces y aves (25%). Además, y de manera muy preocupante, se estima que en nuestro país alrededor de 25 millones de animales se encuentran sin hogar, es decir, viven en situación de calle. En este punto nos queda bastante claro la importancia de contar con un animal de compañía en nuestra vida y de acuerdo con los datos esta tendencia seguramente crecerá en los siguientes años, lo cual nos lleva al punto clave del presente artículo, ¿es posible que el contacto tan estrecho me cause un problema de salud? La respuesta desafortunadamente es que sí, y en las siguientes secciones desarrollaremos las enfermedades infecciosas más comunes que pueden ser

transmitidas por nuestros animales de compañía y también daremos algunas medidas clave y muy sencillas de seguir para mantenernos seguros tanto a nosotros como a nuestros amigos no humanos.

Enfermedades infecciosas transmitidas por animales de compañía

Existen enfermedades que se transmiten de forma natural de los animales a los humanos y se les conoce como “zoonosis” (O’Neil J. 2018). Los agentes patógenos responsables de estas enfermedades pueden ser bacterias, hongos o parásitos y se pueden transmitir a los humanos de forma directa (a través del aire o saliva) o indirecta (a través de un vector, por ejemplo, la picadura de un mosquito) (Figura 1).

Las interacciones entre los animales y los humanos han cambiado a través de los años (de animales de trabajo a animales de compañía). Este cambio de actitud ha traído algunos aspectos negativos con respecto de la aparición de las zoonosis. Debido a tendencias cada vez más comunes como, dormir con nuestros animales de compañía, permitirle que lama nuestra cara o incluso alguna herida, y el peligro de sufrir

alguna mordida o rasguño accidental (Overgaauw et al., 2020). Debido a esto, las zoonosis van desde simples problemas cutáneos hasta enfermedades sistémicas que podrían llegar a poner en verdadero riesgo nuestra vida. A continuación, resumiremos algunos de los problemas más frecuentes que se han presentado en los últimos años.

Dermatofitosis: Enfermedad causada comúnmente por hongos. Esta infección se transmitía comúnmente por estar en contacto con roedores, sin embargo, los perros y los gatos también pueden ser portadores del hongo *Microsporum canis*. Las personas con problemas de la piel preexistentes, como la dermatitis alérgica, son mucho más susceptibles de contagiarse. Podemos identificar si nuestro mejor amigo no humano presenta este problema de salud en caso de que muestre zonas de alopecia, eritema o enrojecimiento de la piel y costras (Jacob y Lorber. 2015).

Sarna: Es causada por el acaro *Sarcoptes scabiei*, se transmite muy fácilmente entre los perros y se puede transmitir también a los humanos, por su parte, los gatos son relativamente resistentes. Los síntomas en una persona contagiada pueden ser variables, normalmente solo somos huéspedes transitorios de los ácaros, a menos que la exposición sea repetida. Los ácaros pueden persistir desde 2 hasta 21 días y afortunadamente existe poco riesgo de contagio persona-persona y no todos los tipos de sarna son contagiosos para humanos, por ejemplo, la causada por el

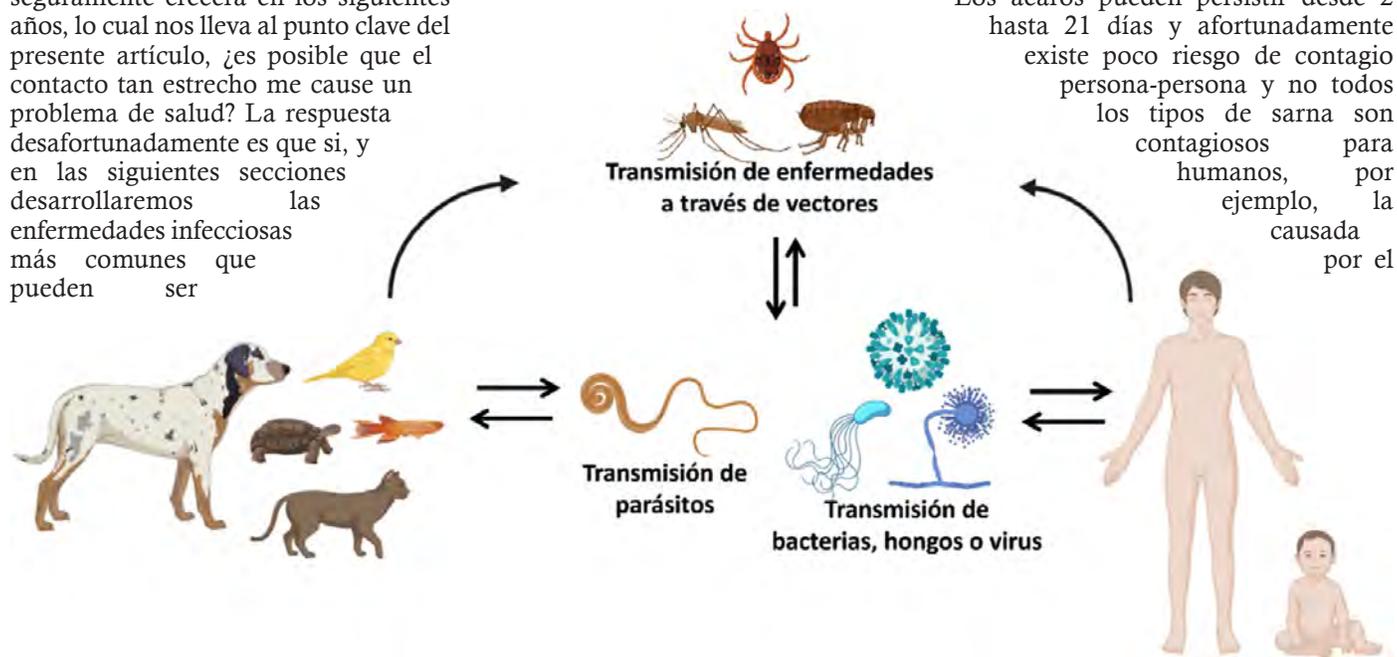


Figura 1. Las zoonosis son infecciones que se transmiten de forma natural de los animales a los humanos de forma directa o mediante la participación de vectores, como los mosquitos, pulgas o garrapatas. Las infecciones más comunes son dermatofitosis, sarna, toxoplasmosis, bartonelosis, infecciones producidas por garrapatas y salmonelosis. Las personas más susceptibles son los niños pequeños y los adultos mayores, así como las personas inmunocomprometidas.

acaros *Notoedres cati* (Jacob y Lorber, 2015). Por lo anterior, es importante que ante cualquier síntoma o sospecha se consulte a un veterinario.

Toxoplasmosis: Los gatos son el huésped del parásito *Toxoplasma gondii*. Los huevecillos del parásito (oocisto) se excretan en las heces y pueden contaminar el suelo, agua y los alimentos, donde pueden iniciar infecciones en humanos y otros animales. Una de las mayores preocupaciones son las mujeres embarazadas, ya que la infección puede transmitirse al feto y causar daños al sistema nervioso y a los ojos (Goldstein, 2015). Es importante aclarar que no todos los gatos son portadores del parásito y que muchos de los contagios en humanos también pueden darse debido al consumo de hortalizas regadas con aguas negras y mal desinfectadas.

Bartonelosis: Se trata de una infección bacteriana causada por especies del género *Bartonella*. Las pulgas de los gatos son el principal agente transmisor, sin embargo, cuando los gatos infestados de pulgas se asean también se puede contaminar sus garras, saliva y sus heces, por lo que pueden transmitir la infección a otros animales, incluyendo al ser humano (Goldstein, 2015).

Infecciones transmitidas por garrapatas: Las garrapatas son el vector transmisor de enfermedades más importante entre animales de compañía y humanos. Pueden transmitir bacterias (*Rickettsia* y *Borrelia*), protozoarios y virus. Las infecciones bacterianas transmitidas por las garrapatas son la Rickettsiosis y la enfermedad de Lyme, ambas tienen síntomas similares que pueden llegar a confundirse con la gripe, dolor de articulaciones y fatiga. Sin embargo, la aparición de erupciones son características y determinantes para el correcto diagnóstico de la enfermedad. Afortunadamente, la mayoría de las personas se recuperan totalmente después de un tratamiento con los antibióticos adecuados (Fuchs, 2021).

Salmonelosis: Los reptiles (serpientes y tortugas) y los anfibios (ranas y salamandras) son portadores de la bacteria *Salmonella*, causante de infecciones intestinales. Este tipo de infecciones son muy comunes en niños

que entran en contacto con esta bacteria principalmente por agua contaminada o por tocar las áreas donde habitan este tipo de animales. En casos muy severos la bacteria puede esparcirse de los intestinos a la sangre y causar infecciones sumamente graves a menos que sean tratadas oportunamente con antibióticos. Los niños corren mayor riesgo de infección debido a que su sistema inmune aún se encuentra inmaduro y a la tendencia de poner tanto sus dedos como muchos objetos dentro de su boca. Por lo anterior, los reptiles y los anfibios no son recomendables como animales de compañía de un niño menor de cinco años (Varela et al., 2022).

Medidas de prevención

Para muchos de nosotros es imposible imaginar nuestra vida sin un animal de compañía, por lo que podemos mantenernos a salvo si seguimos algunas sencillas recomendaciones:

Visitar periódicamente al veterinario. Aunque en apariencia se encuentre sano, existen enfermedades que no presentan síntomas, por lo que un profesional de la salud debe evaluarlo cada cierto tiempo.

Mantener especial cuidado con la higiene. Es el punto más importante para cuidar tanto de nuestra salud como la de nuestro mejor amigo no humano. El simple lavado de manos realizado de forma correcta nos puede mantener seguros. Además, debemos tener especial cuidado con el manejo de los desechos.

Los niños pequeños, principalmente menores de 5 años deben ser especialmente vigilados mientras interactúen con nuestro animal de compañía. Con esta medida se busca prevenir cualquier tipo de lesión y se podrá vigilar estrechamente la higiene.

Castrar a tu animal de compañía. Algunas especies como los gatos participan en peleas durante la época reproductiva y durante estos enfrentamientos pueden llegar a sufrir heridas que son fuentes de transmisión de microorganismos. Con el animal castrado este comportamiento se inhibe generalmente se inhibe o al menos se reduce.

Los beneficios de contar con un animal de compañía son incalculables. Sin embargo, es fundamental reconocer que también pueden ser portadoras de enfermedades zoonóticas. Por ello, debemos tomar medidas preventivas para mantenernos saludables tanto nosotros como a nuestros mejores amigos no humanos. Al adoptar estas prácticas, no solo protegemos nuestra salud, sino que también aseguramos el bienestar de nuestros fieles compañeros.

Referencias.

- Fuchs S. 2021. Tick-Borne Infections. *Pediatr Emerg Care.* 37(11):570-575. DOI: 10.1097/PEC.0000000000002558.
- Goldstein EJCA FM. 2015. Diseases Transmitted by Cats. *Microbiol Spectr.* 3:10. DOI: 10.1128/microbiolspec.iol5-0013-2015.
- Jacob J, Lorber B. 2015. Diseases Transmitted by Man's Best Friend: The Dog. *Microbiol Spectr.* 3(4). DOI: 10.1128/microbiolspec.IOL5-0002-2015.
- Lass-Hennemann J, Schäfer SK, Sopp MR, Michael T. 2022. The relationship between attachment to pets and mental health: the shared link via attachment to humans. *BMC Psychiatry.* 22(1):586. DOI: 10.1186/s12888-022-04199-1.
- Levine GN, Allen K, Braun LT, Christian HE, Friedmann E, Taubert KA, Thomas SA, Wells DL, Lange RA (2013). Pet ownership and cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 127(23): 2353-63. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829201e1.
- Overgaauw PAM, Vinke CM, Hagen MAEV, Lipman LJA. 2020 A One Health Perspective on the Human-Companion Animal Relationship with Emphasis on Zoonotic Aspects. *Int J Environ Res Public Health.* 17 (11):3789. DOI: 10.3390/ijerph17113789.
- O'Neil J. 2018. Zoonotic infections from common household pets. *J Nurse Pract.* 14 (5):363-70. DOI: 10.1016/j.nurpra.2017.12.025.
- Varela K, Brown JA, Lipton B, Dunn J, Stanek D, et al. 2022. A review of zoonotic disease threats to pet owners: a compendium of measures to prevent zoonotic diseases associated with non-traditional pets: rodents and other small mammals, reptiles, amphibians, backyard poultry, and other selected animals. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 22(6):303-360. DOI: 10.1089/vbz.2022.0022.

Modelos animales: Una necesidad en la investigación científica

Animal models: A necessity in scientific research

Omar Ortiz Avila¹ y Claudia Isabel García Berumen²

Facultad de Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). ²Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: omar.ortiz@umich.mx

Resumen. Los grandes avances que se tienen en la medicina y ciencias relacionadas a la salud, se deben en su mayoría al empleo de animales experimentales, que por décadas han sido la materia prima para este tipo de prácticas. Lo anterior ha sido causa de intensos debates en pro y en contra de su manejo, con la finalidad de continuar teniendo avances en la ciencia. Las diversas alternativas que se han propuesto para evitar el uso de animales, si bien ayudan a la generación de conocimiento, podrían arrojar resultados controversiales y poco confiables. Esto conduce a que deban ser respaldados en organismos vivos. Por lo tanto, el objetivo de este escrito es dar a conocer los pros y los contras del uso de los animales en las investigaciones biomédicas, contribuyendo así al conocimiento de este tema tan relevante y controversial al mismo tiempo.

Palabras clave: modelos animales, experimentos, bioética.

Abstract. The great advances in medicine and health-related sciences are largely due to the use of experimental animals, which for decades have been the raw material for this type of practices. The above has been the cause of intense debates by pros and cons its management, with the aim of continuing to make progress in science. Various alternatives that have been proposed to avoid the use of animals, although they help to generate knowledge, could yield controversial and unreliable results. This leads to them having to be supported in living organisms. Therefore, the aim of this writing is to make known the pros and cons of the use of animals in biomedical research, thus contributing to the knowledge of this relevant topic that and controversial at the same time.

Keywords: animal models, experiment, bioethics.



Figura 1. Modelos animales esenciales para el desarrollo y avance científico.

(Tomada de https://www.freepik.es/foto-gratis/linda-rata-laboratorio-cristaler-a_71502728.htm.

Licencia user: 148661409)

Introducción

El uso de modelos animales en las investigaciones es un tema controversial en la actualidad. Aunque muchos avances en las áreas de medicina, farmacología, biología y biotecnología se deben a su uso, estos avances en la investigación han mejorado la calidad y la duración de la vida en todo el mundo. Por otro lado existen posturas en contra del uso de animales en la ciencia que apoyan firmemente los derechos de los animales.

Para poder tener una opinión crítica sobre este tema es necesario conocer a profundidad ambos puntos de vista. En este artículo se abordan los pros y los contras del uso de los animales en las investigaciones biomédicas con el objetivo de contribuir al conocimiento de este tema tan relevante y controversial al mismo tiempo.

Características de los modelos animales

Podemos definir a un modelo animal como una especie no humana que se usa en la investigación biomédica ya que puede replicar algunos aspectos de un proceso biológico o de una enfermedad presentes en los seres humanos (Figura 1). Los resultados de los estudios en modelos animales se pueden extrapolar a los seres humanos para comprender mejor la fisiología y la patología debido a que su anatomía, fisiología o respuestas a patógenos se parecen lo suficiente (NIH, 2024).

Gracias a los modelos animales es que algunas investigaciones biomédicas pueden llevarse a cabo, puesto que realizarlas en seres humanos sería imposible y/o éticamente incorrecto (Andersen, 2019).

El uso de modelos animales debe estar completamente justificado es por los investigadores conocer y seguir todos los lineamientos establecidos para el manejo y uso de los modelos animales en proyectos de investigación, entre los que destacan el "Principio de las tres erres: Reemplazar, Reducir y Refinar" propuesto por los biólogos ingleses Russell y Burch en 1959, los cuales consisten en:

- Reemplazar: se refiere a métodos que eviten o sustituyan el uso de animales.
- Reducir: es cualquier estrategia que tenga como resultado el uso de un menor número de animales.
- Refinar: modificación y mejoramiento de las técnicas experimentales para minimizar el dolor, el sufrimiento y la angustia de los animales.

Además, en México la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud regulan las especificaciones para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio; reglas sobre su adquisición, espacio, alimentación, manejo, salud y eutanasia (Gutiérrez, 2019).

Pros en el uso de modelos animales en las investigaciones biomédicas

El uso de los modelos animales en las investigaciones biomédicas ha generado algunos de los hallazgos que más han contribuido a mejorar las condiciones de salud de los seres humanos. Muchos de estos descubrimientos probablemente no se podrían haber logrado sin el uso de animales en las investigaciones (Fina et al., 2013).

Los animales son absolutamente imprescindibles en la investigación biomédica, porque nos permiten avanzar en el conocimiento de la fisiología y las enfermedades de una manera que no es posible conseguir por otros medios. Los animales son organismos complejos que permiten el desarrollo de investigaciones biomédicas en seres vivos muy parecidos a los seres humanos, por lo tanto, los resultados se pueden extrapolar a los humanos. Además, los avances que se han logrado con este tipo de investigaciones no solo mejora la salud humana, sino que también la de otros animales. Las especies de animales que comúnmente se utilizan en las investigaciones de presentan en la Figura 2.

Algunas de las ventajas que tiene el uso de modelos animales en la investigación son:

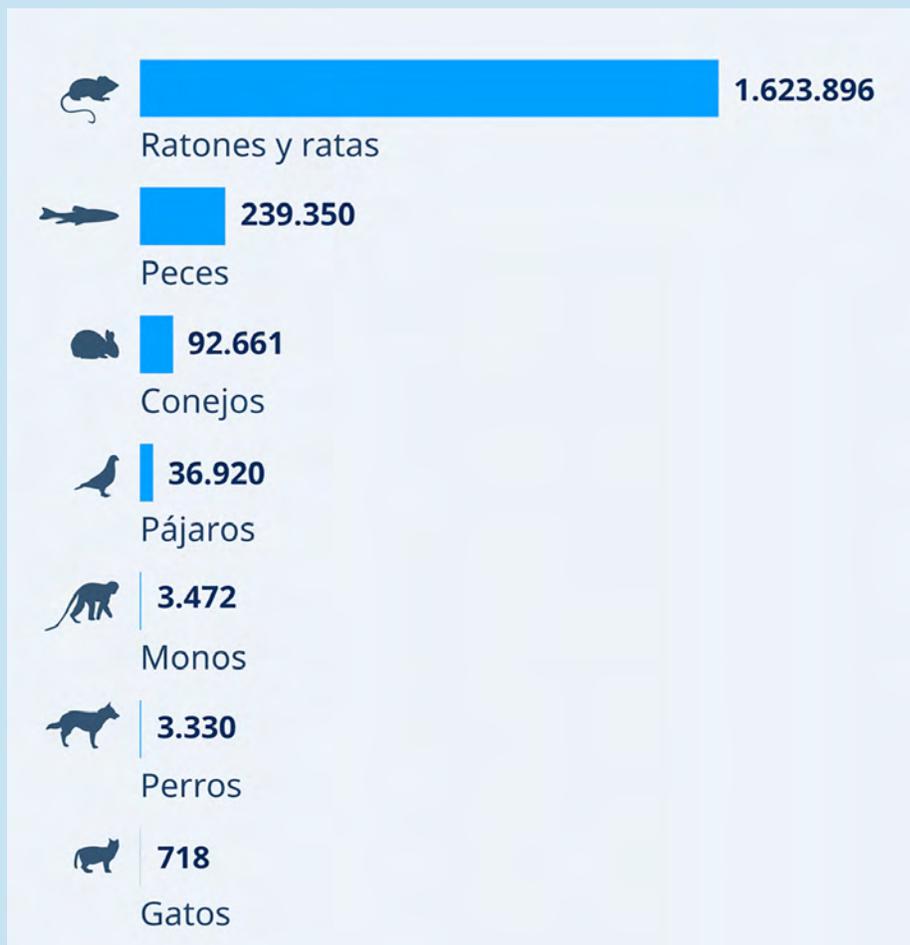


Figura 2. Experimentos con animales en Alemania en 2017. (Tomada de <https://dialoguemos.ec/2021/12/en-la-experimentacion-con-animales-es-valida-la-crueldad-2/>)

- Son fáciles de manejar y su mantenimiento es sencillo.
- Tienen un ciclo vital más rápido, lo que permite acelerar las investigaciones.
- Tienen un alto índice de prolificidad, lo que permite realizar réplicas y no poner en riesgo de extinción a la especie.
- Tienen un mayor control de las variables en una investigación.
- Se pueden establecer diversos modelos de enfermedades específicas.
- El mapeo del genoma permite generar mediante ingeniería genética modelos con características genéticas específicas.
- Se puede ajustar el número de animales (valor de n) a utilizar para obtener mejores resultados.

Debido a cuestiones éticas los nuevos tratamientos no se pueden probar directamente en seres humanos (ensayos clínicos), es por ello que se deben realizar estudios previos con animales (ensayos preclínicos). Estos últimos, permiten seleccionar los tratamientos más eficaces y descartar aquellos que puedan causar toxicidad, efectos adversos, y así reducir los riesgos sobre los seres humanos (Andersen, 2019).

Algunos ejemplos del uso de modelos animales en la investigación biomédica que han hecho posible que los seres humanos vivamos más y con mejor salud se muestran en la Tabla 1:

Contras en el uso de modelos animales en las investigaciones biomédicas

Por décadas, el uso de animales de experimentación en la investigación ha generado intensos debates, ya que se

Tabla 1. Usos de animales en la investigación biomédica (Dominguez-Oliva, 2024)

Enfermedades infecciosas	Anti-suero de la difteria	Cuyos
	Estudios de tuberculosis	ratones, cuyos y bovinos
	Descubrimiento de la penicilina	Ratas
	Cultivo y vacuna del virus de la polio	ratones y simios
	Investigaciones sobre el VIH	ratones y simios
Enfermedades metabólicas y endocrinológicas	Estudios sobre el SARS-CoV-2	ratones y simios
	Descubrimiento de la insulina y mecanismo de la diabetes	conejos, perros y peces
Cáncer	Estudios sobre obesidad	ratones, perros, peces, nematodos, cerdos, ratas
	Estudios sobre las características y tratamientos contra el cáncer	ratones, perros
Farmacología y terapéutica	Estudios sobre el mecanismo de acción y la seguridad de los fármacos	ratones, ratas, conejos, cuyos, cerdos,
Cirugías y trasplantes	Avances quirúrgicos y diversas técnicas de trasplantes	perros, cerdos, simios, ratones, ratas,
Neurociencias	Estudios sobre autismo, Alzheimer, Huntington, Parkinson epilepsia, lesiones cerebrales, etc.	ratas, cerdos, moscas de la fruta, simios, peces
Fisioterapia y rehabilitación	Técnicas como la estimulación transcutánea de nervios o electroacupuntura	ratas, perros, conejos

considera que solo se busca el beneficio del ser humano. Sin embargo, el uso de organismos modelo, incluyendo animales, es una de las principales estrategias para la generación de conocimiento, dado que permite un acercamiento al comportamiento de lo que podría ocurrir en el ser humano. Esto ha permitido, entre otras cosas, el desarrollo de diversos fármacos para el tratamiento y manejo de un gran número de enfermedades en las personas y en especies animales (Gallo et al., 2009). Sin embargo, se ha considerado que el uso de animales experimentales, va en contra de sus derechos. Jonathan Baron en su libro: *Against Bioethics*, señala que este tipo de prácticas van contra la integridad de las especies, el principio moral biológico que nunca debería ser alterado, además de ser contrarias a las leyes de la misma

naturaleza modificando el fundamento mismo de la biodiversidad animal. Es por ello, que se han propuesto principios y normas, en las que se consideran el empleo de procesos y uso de seres vivo en investigación con límites y restricciones para su uso y trato, evitando el mayor daño y sufrimiento. Es de resaltar que se han venido utilizando estas y otras alternativas, como las que se muestran en la Figura 3, las cuales han sido útiles para reducir el uso de animales experimentales. Existe una presión cada vez más fuerte a utilizar el menor número posible de animales, sin embargo, se debe tener en cuenta que, a menor cantidad de animales, la variabilidad en los resultados incrementa siendo estos poco concluyentes y que finalmente conducen a la necesidad de repetir el experimento e incrementar el número

de ejemplares, generando por lo tanto un conflicto ético. Por ello es útil realizar un cálculo para el tamaño de muestra mediante alguna herramienta como lo es la “ecuación de recursos”, la cual nos indica que, por ejemplo, para un estudio con animales en donde se tengan solo dos grupos experimentales el menor número de animales que se debe incluir en cada grupo son seis para que los resultados tengan validez estadística (Charan & Kantharia, 2013).

El cultivo celular, además de ser uno de los métodos alternativos a la experimentación animal, no violenta sus derechos, ya que únicamente se toma una pequeña muestra del tejido de interés.

Sin embargo, se debe ser cuidadoso en la interpretación de los resultados ‘*in vitro*’ respecto a los resultados que se puedan encontrar en un sistema ‘*in vivo*’, ya que el cultivo celular es un sistema aislado y controlado, en donde solo se tiene un solo tipo celular, en ausencia de interacciones heterotípicas entre los diferentes tipos celulares y por ende las respuestas implicadas en la homeostasis ‘*in vivo*’ son inexistentes. Por lo tanto, es un sistema en el que, si bien obtenemos información importante, con un bajo costo biológico, no sería confiable el resultado hasta que sea validado con experimentación ‘*in vivo*’ (Resino, 2012).

El uso de inteligencia artificial, es uno de los modelos más utilizados en la actualidad, siendo muy eficaz, pero a la vez complicado por los tipos de bases de datos necesarios, la falta de personal calificado para el análisis de los datos, además de que su desarrollo y

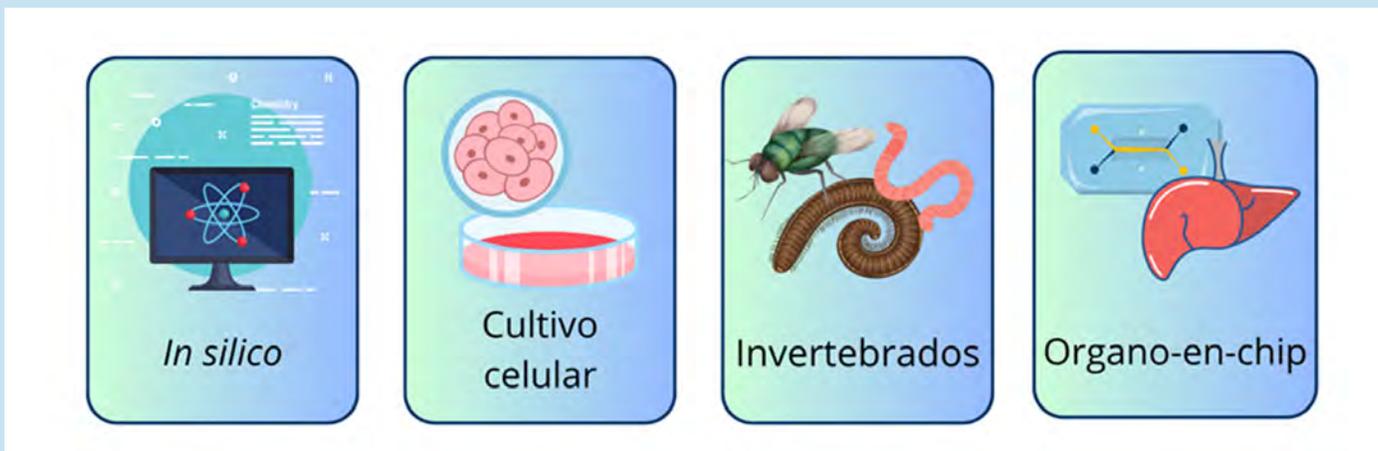


Figura 3.- Enfoques experimentales alternativos para reducir el uso de animales en estudios biomédicos. Modificada de Lee et. al., 2022.

mantenimientos son muy costosos (Fina *et al.*, 2013).

Otro de los puntos en contra en el uso de modelos animales es el tiempo, ya que a diferencia de los estudios *in vitro*, los estudios *in vivo* son procesos largos, desde la aceptación del protocolo, hasta la experimentación y la obtención de resultados.

En este mismo sentido, también se debe considerar que los proyectos con animales son costosos económicamente hablando, ya que involucra no solo la compra de los ejemplares si no la alimentación y el tratamiento a realizar (uso de fármacos, dieta especial, estudios a realizar durante y después del sacrificio). Asimismo, nada garantiza tener éxito en cada animal empleado, aún cuando se trata de la misma especie cada uno responde de manera distinta al mismo tratamiento. Además de ello, hablamos de seres vivos que son susceptibles a infecciones y enfermedades.

En conclusión, los animales en la experimentación biomédica no pueden

ser sustituidos. Sin embargo, el desarrollo y empleo de alternativas podría ayudar a reducir el número de animales en las investigaciones, además de que las normativas internacionales y locales aseguran el empleo de buenas prácticas en el uso y cuidado de los animales en las investigaciones.

Referencias:

- Andersen, M. L., & Winter, L. M. F. (2019). Animal models in biological and biomedical research - experimental and ethical concerns. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, 91, e20170238. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170238>
- Charan, J., & Kantharia, N. D. (2013). How to calculate sample size in animal studies?. *Journal of pharmacology & pharmacotherapeutics*, 4(4), 303–306. <https://doi.org/10.4103/0976-500X.119726>
- Domínguez-Oliva, A., Hernández-Ávalos, I., Martínez-Burnes, J., Olmos-Hernández, A., Verduzco-Mendoza, A., & Mota-Rojas, D. (2023). The Importance of Animal Models in Biomedical Research: Current Insights and Applications. *Animals*, 13(7), 1223. <https://doi.org/10.3390/ani13071223>
- Fina, B. L., Lombarte, M., & Rigalli, A. (2013). *Investigación de un fenómeno natural: ¿estudios in*

vivo, in vitro o in silico? Gov.ar. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/21655/CONICET_Digital_Nro.25729.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gallo, C., Gimpel, J., Villarroel, R., López, C., Méndez, G., & Sotomayor, M. (2009). Aspectos bioéticos de la experimentación animal. *Santiago de Chile: Cuarto Taller de Bioética, Comité Asesor Bioética Fondecyt-Conicyt.*

Gutiérrez, R. (2019). Alternativas experimentales al uso de animales en laboratorios. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/alternativas-experimentales-al-uso-de-animales-en-laboratorios/>

Lee, S.Y., Lee, D.Y., Kang, J.H., Jeong, J.W., Kim, J.H., Kim, H.W., Oh, D.H., Kim, J.M., Shin-Jae Rhim, Kim, W.D., Kim, H.S., Jang, Y.J., Park, Y., Hur, S.J. (2022). Alternative experimental approaches to reduce animal use in biomedical studies. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, (68), 103131. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103131>

NIH (National Human Genome Research Institute). (2024). Modelo animal. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Modelo-animal#>

Resino, S. (2012). Cultivo celular. *EMEI*. <https://epidemiologiamolecular.com/cultivo-celular/>



Directrices para autores/as

La Revista Milenaria recibe propuestas originales de Divulgación, relacionadas con la Ciencia y el Arte, de temática libre. Los trabajos deberán tratar sobre hallazgos científicos, expresiones artísticas o presentar reflexiones sobre temas sociales, en un lenguaje claro y sencillo.

Los textos que deseen publicar, podrán postularse a través de la plataforma de Milenaria, Ciencia y Arte en la siguiente dirección: <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/about/submissions>

El autor debe registrarse en el portal de la revista para obtener su clave de usuario y contraseña, con las cuales podrá ingresar y subir a la plataforma su manuscrito, así como continuar el proceso editorial, revisando el estatus del mismo.

Los manuscritos recibidos estarán sujetos a un proceso editorial que se desarrolla en etapas, donde los autores deberán atender cada una de las observaciones y sugerencias que se le indiquen durante las revisiones. Los trabajos serán revisados por pares evaluadores, miembros del comité editorial de la Revista Milenaria y por revisores externos.

La extensión de los manuscritos tendrá un máximo de 6 cuartillas (incluyendo referencias), deberán estar escritos en formato Word de 12 puntos e interlineado de 1.5 y tener tres autores como máximo (al menos uno con clave ORCID). Deberá incluir figuras con un pie descriptivo adecuado. Revise los trabajos previos en: www.milenaria.umich.mx/ojs

Cada texto debe incluir: Título, identificación de los autores, resumen (de hasta 250 palabras), 3 palabras clave, traducción al inglés del título, resumen y palabras clave (title., abstract, key words), cuerpo del texto (en el que se podrán incluir subtítulos relacionados al tema) conclusión y referencias. Redactar en Formato de Divulgación para el público en general, evitando la estructura de textos de investigación.

La lista de referencias deberá incluir únicamente las obras que fueron citadas en el texto y que hayan sido publicadas, señaladas en el sistema de la American Psychological Association (APA). Las referencias se presentarán en orden alfabético, sin enumeración ni viñetas, y en caso de más de una referencia del mismo autor(es) deberán registrarse en orden cronológico, agregando DOI o URL de acuerdo a lo que corresponda.

No se publicarán los textos donde se transcriban citas de otros autores o propias publicadas en otras fuentes, sin hacer el señalamiento preciso.

Una vez emitido el dictamen, se notificará al autor el resultado del proceso correspondiente.

Comité Editorial

Facultad de Salud Pública y Enfermería, UMSNH.

Esos seres tienen poder sobre ti

Those beings have power over you

Patricia Ríos-Chávez, María de los Ángeles Beltrán-Nambo y Oliver Rafid Magaña-Rodríguez

Laboratorio de Fitobioquímica, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Contacto: oliver.rodriguez@umich.mx



Figura 1. Seres de ciencia ficción en un entorno orgánico, creado con inteligencia artificial, por Oliver Rafid Magaña Rodríguez.

Resumen: Se conoce como microbiota a todos los microorganismos simbióticos que viven en nuestro cuerpo. Estos organismos nos ayudan en muchas funciones vitales, como la digestión, el funcionamiento del sistema inmune e incluso en nuestra salud mental. Cuando tenemos buenos hábitos alimenticios, la flora intestinal se encuentra en un estado sano conocido como eubiosis. Sin embargo, el consumo habitual de alimentos ricos en azúcares y grasas, así como el uso recurrente de antibióticos, puede alterar esta comunidad microbiana, provocando un desequilibrio llamado disbiosis. Actualmente, se conoce este estrecho lazo entre el cerebro y la microbiota intestinal (axis microbiota intestino-cerebro) así como su papel en enfermedades como la obesidad. Por lo tanto, cuidar de nuestra microbiota es, en esencia, cuidar de nuestro bienestar físico y emocional, lo cual podemos lograr evitando el consumo de alimentos procesados, fomentando una alimentación saludable y manteniendo una actividad física regular.

Palabras clave: microbiota intestinal, cerebro, obesidad

Abstract: All the symbiotic microorganisms that live in our body are known as microbiota. These organisms help us in many vital functions, such as digestion, the functioning of the immune system and even our mental health. When we have good eating habits, the intestinal flora is in a healthy state known as eubiosis. However, the habitual consumption of foods rich in sugars and fats, as well as the recurrent use of antibiotics, can alter this microbial community, causing an imbalance called dysbiosis. Currently, is known this close link between the brain and the intestinal microbiota (gut microbiota-brain axis), as well as its role in diseases such as obesity. Therefore, taking care of our microbiota is, in essence, taking care of our physical and emotional well-being, which we can achieve by avoiding the consumption of processed foods, promoting healthy eating and maintaining regular physical activity.

Key words: gut microbita, brain, obesity

La humanidad ha evolucionado desde hace aproximadamente 2.5 millones de años, desde los primeros homínidos hasta la aparición de los humanos actuales (*Homo sapiens*), podríamos pensar que como especie no hemos requerido ayuda para sobrevivir, pero, no estamos solos.

Actualmente los avances tecnológicos nos han ayudado a tener una vida con mayor comodidad, gracias a esto, el sedentarismo ha aumentado en gran medida lo cual también ha afectado a nuestra alimentación, muchas veces nos centramos más en saciar el hambre sin importar el valor nutricional de nuestros alimentos, consumimos comida rápida, alimentos altos en grasas y azúcares, disminuyendo el consumo de alimentos ricos en fibras (frutas y verduras), estas conductas han incrementado la incidencia del sobrepeso y la obesidad; Gracias a la reciente pandemia de COVID 19 nos dimos cuenta que las personas con mayor riesgo ante estas enfermedades son las personas con estas condiciones, no obstante, muchas personas evitan la visita a profesionales médicos al enfermarse, optando por la automedicación. Seguramente has escuchado que los antibióticos son comúnmente utilizados en enfermedades que no lo requieren, como podrían ser las enfermedades ocasionadas por Virus como el COVID, resultando en un aumento en la resistencia a estos antibióticos por las bacterias patógenas y ocasionando problemas a estos seres que aún desconoces.

Teniendo en claro que nuestros hábitos alimenticios han cambiado, tenemos una menor actividad física y ha incrementado el abuso de fármacos como los antibióticos, debemos entender que cada una de estas acciones esta dañando a esos seres, organismos que habitan nuestro cuerpo y han evolucionado junto a nosotros y muchas veces los desconocemos, nuestra "microbiota".

Microbiota

La microbiota es una comunidad de organismos unicelulares simbiotes que viven en nuestro cuerpo, como en la piel, ojos, genitales etc. siendo más abundantes en nuestro tracto digestivo, principalmente en nuestro intestino grueso o colon, conociendo a los microorganismos de este último como "microbiota intestinal" o "flora intestinal". Podría parecer sorprendente, pero tenemos casi el mismo número de microbios en el cuerpo que células humanas, teniendo 1.3 bacterias por cada célula humana, ojo, esto sin contar a los virus (Gilbert *et al.* 2018). Nuestra flora intestinal se compone alrededor de 1000 especies distintas tanto de bacterias, hongos y virus, las bacterias son las más abundantes, dividiéndose en tres familias principalmente, Firmicutes, Bacteroidetes y Actinobacterias (Liu *et al.* 2021).

Anteriormente se creía que la microbiota intestinal no venía con nosotros al nacer, sin embargo actualmente se conoce que en el vientre de nuestra madre nos comenzamos a colonizar de microorganismos, además de que hay factores que influyen en un mejor establecimiento, desde la manera en que nacemos, ya sea cesárea o parto natural, ya que el entrar en contacto con el canal vaginal nos permite hacernos con esos microorganismos (Vandenplas *et al.* 2020); la forma de lactancia en nuestras primeras etapas, el ser amamantados o alimentados con leche de fórmula, nuestra dieta, entorno y los antibióticos juegan un papel clave para la definición de la diversidad de nuestra microbiota intestinal, además a lo largo de nuestra vida este microbioma también se va modificando (Gacesa *et al.* 2022).

¿Qué hacen por mí?

Cuando nuestra flora intestinal esta sana podemos decir que se encuentra en estado de "Eubiosis", es ahí cuando estos microbios nos ayudan en la nutrición, permitiéndonos digerir alimentos que nosotros con nuestros mecanismos no podríamos, como las fibras de los vegetales, produciendo moléculas que nos ayudan más allá de la nutrición, así como facilitándonos la absorción de minerales y produciendo vitaminas esenciales (Vitamina B y K) y aminoácidos en nuestra defensa contra otros microorganismos, compitiendo por

recursos contra patógenos, degradando toxinas y ayudando a nuestro sistema inmune; por último, en nuestro estado de ánimo (Farías *et al.* 2011).

Obesidad y tu flora

Hoy en día la obesidad es un problema que se encuentra como uno de los más importantes en todo el mundo. La obesidad y el sobrepeso pueden ser definidos como una acumulación anormal y excesiva de tejido adiposo o bien de células que almacenan la grasa, el cual se desencadena por la acumulación excesiva de energía y la falta del uso de esta, el consumo a largo plazo de dietas ricas en grasas y calorías parece ser una causa primaria de la obesidad (OMS, 2023). La microbiota intestinal tiende a cambiar en cuanto a su composición (especies) y abundancia cuando tenemos malos hábitos alimenticios y cuando abusamos en el uso de los antibióticos, ya que estos últimos tienen la función de eliminar microorganismos, a este cambio en la flora intestinal se le conoce como "Disbiosis" (Moreno, 2022). Se ha podido reconocer que las personas con obesidad presentan una mayor cantidad de microorganismos Firmicutes y menor cantidad de Bacteroidetes, estos Firmicutes contribuyen a la resistencia a la insulina, haciendo más propensas a las personas al desarrollo de enfermedades como la diabetes. Así mismo también influyen en la "cantidad de calorías adquiridas", ya que se sabe que este grupo de bacterias en las personas obesas

tienen una mayor expresión de enzimas que ayudan a extraer los nutrientes de los alimentos, es decir aprovechan todos los nutrientes y energía de los alimentos, dejando las heces fecales casi sin residuos energéticos (Stojanov *et al.* 2020).

La conexión de la microbiota y nuestro cerebro

Actualmente, varios estudios confirman el estrecho lazo del Sistema Nervioso Central (SNC), con la microbiota intestinal, denominado "Eje microbiota intestino-cerebro"; comprendiendo que al modificar la microbiota se promueven desórdenes en el SNC y enfermedades neurodegenerativas. En este contexto el intestino le dice al cerebro que ya hemos comido y si el alimento fue de calidad, además le informa si algún microbio dañino entró a la panza. Este recambio de información viaja por la sangre, pero también por nervio vago, el cual es un nervio conectado tanto al intestino como al cerebro, por donde viajan señales químicas conocidas como neurotransmisores, los más importantes son la serotonina, la dopamina y el GABA (Ácido aminobutírico) el cual es importante para mantenernos relajados evitando el estrés y la ansiedad, así mismo la microbiota intestinal es capaz de ayudar a generar o incluso producir estos neurotransmisores, por ende, la microbiota intestinal puede tener efectos en nuestra conducta ya sea problemas de estrés, ansiedad o depresión (Maiuolo *et al.* 2021).

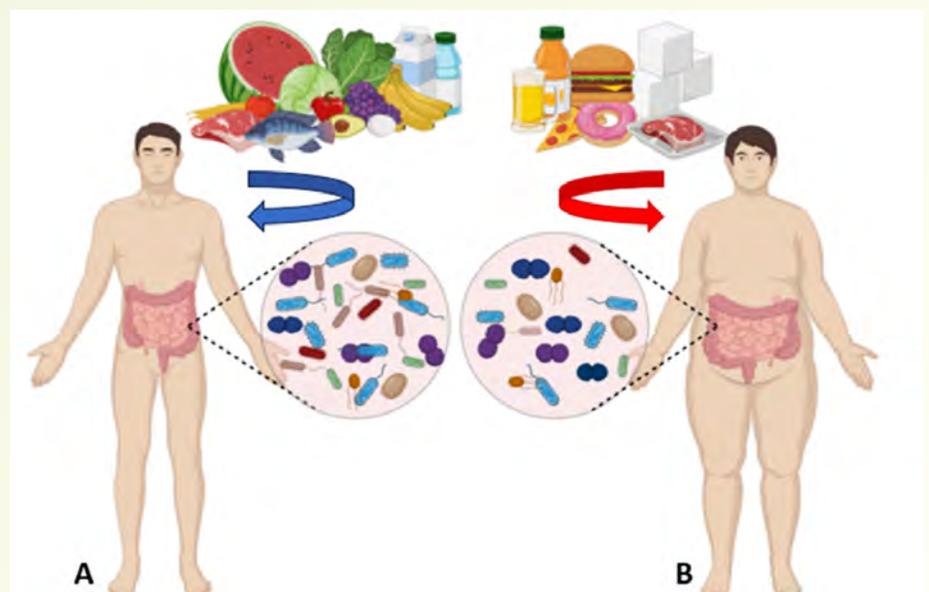


Figura 2. Representación de la "Eubiosis" en una persona con buenos hábitos alimenticios (A) y la "disbiosis" ocasionada por el consumo de dietas altas en grasas y azúcares (B). Elaborado por Oliver Rafid Magaña-Rodríguez en biorender.

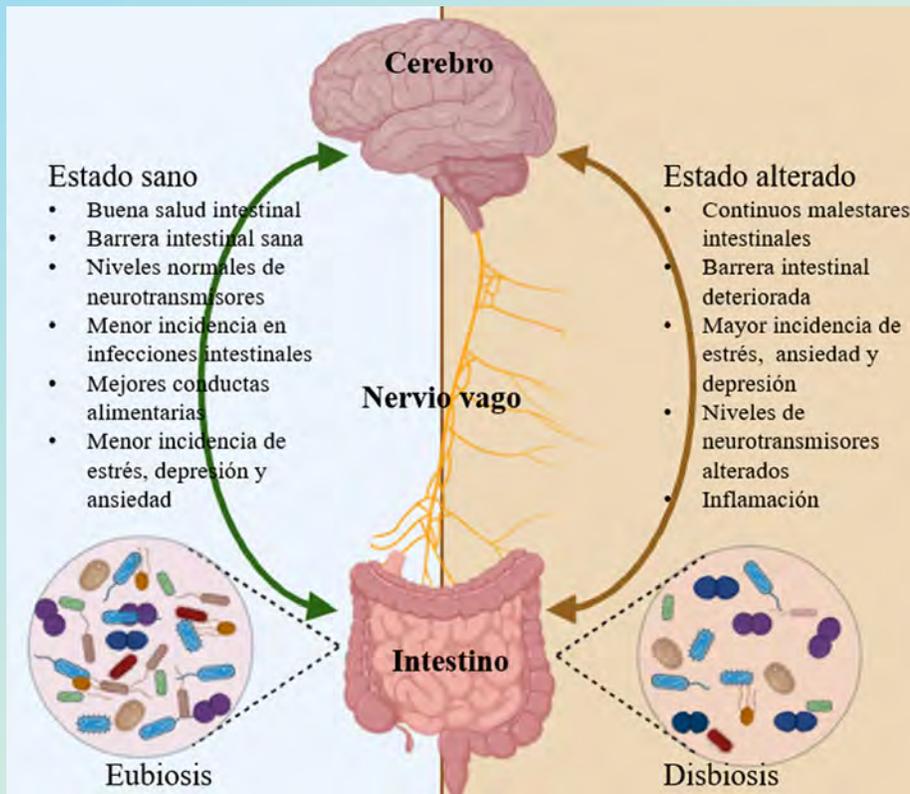


Figura 3. Eje microbiota intestino-cerebro. elaborado por Oliver Rafid Magaña-Rodríguez en biorender.

Conclusión

Como ya vimos, la flora intestinal no solo nos ayuda a la digestión, sino que su protagonismo es de suma importancia para nuestra salud física y mental, es por eso que una alimentación balanceada, que incluya en nuestra dieta alimentos o suplementos que nos proporcionen microorganismos buenos (probióticos), alimentos ricos en fibras que sean capaces de alimentar a nuestros propios microorganismos (prebióticos) dentro de nuestra dieta además de la actividad física, puede ayudarnos a evitar la disbiosis y mantenernos sanos.

Referencias

Gilbert, J. A., Blaser, M. J., Caporaso, J. G., Jansson, J. K., Lynch, S. V., & Knight, R. (2018). Current understanding of the human microbiome. *Nature medicine*, 24(4), 392–400. <https://doi.org/10.1038/nm.4517>

Liu, B. N., Liu, X. T., Liang, Z. H., & Wang, J. H. (2021). Gut microbiota in obesity. *World journal of gastroenterology*, 27(25), 3837–3850. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i25.3837>

Gómez-Eguílaz M, Ramón-Trapero JL, Pérez-Martínez L, Blanco JR. El eje microbiota-intestino-cerebro y sus grandes proyecciones. *Rev Neurol* 2019; 68 (03):111-117 doi: 10.33588/rn.6803.2018223

Farías N, María Magdalena, Silva B, Catalina, & Rozowski N, Jaime. (2011). MICROBIOTA INTESTINAL: ROL EN LA OBESIDAD. *Revista chilena de nutrición*, 38(2), 228-233. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000200013>

Gacasa, R., Kurilshikov, A., Vich Vila, A., Sinha, T., Klaassen, M. A., Bolte, L. A., & Weersma, R. K. (2022). Environmental factors shaping the gut microbiome in a Dutch population. *Nature*, 604(7907), 732-739.

Maiuolo, J., Gliozzi, M., Musolino, V., Carresi, C., Scarano, F., Nucera, S., Bosco, F., Scicchitano, M., Oppedisano, F., Ruga, S., Zito M., Macri, R., Palma, E., Muscoli, C., & Mollace, V. (2021). The contribution of gut microbiota-brain axis in the development of brain disorders. *Frontiers in neuroscience*, 15, 616883. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.616883>

Moreno Calderón, X. (2022). Disbiosis en la microbiota intestinal. *Revista GEN*, 76(1), 17–23. Recuperado a partir de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_gen/article/view/24183

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). Obesidad y sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Stojanov, S.; Berlec, A.; Štrukelj, B. (2020). The Influence of Probiotics on the Firmicutes/Bacteroidetes Ratio in the Treatment of Obesity and Inflammatory Bowel disease. *Microorganisms*, 8(11), 1715–. doi:10.3390/microorganisms8111715

Vandenplas, Y.; Carnielli, V.P.; Ksiazyk, J.; Luna, M Sanchez; Migacheva, N.; Mosselmans, J.M.; Picaud, J.C.; Posselt, M.; Singhal, A.; Wabitsch, M. (2020). *Factors affecting early-life intestinal microbiota development. Nutrition*, 110812–. doi:10.1016/j.nut.2020.110812

Introducción:

Hoy en día el uso de antioxidantes es bastante común, los cuales son moléculas con la capacidad de eliminar radicales libres de un organismo para producir otros compuestos inocuos o interrumpiendo las reacciones de oxidación. Estos se encuentran contenidos en los alimentos, estos pueden ayudar a neutralizar los radicales libres formados por la exposición a agentes contaminantes presentes en el medio ambiente o en los alimentos, los cuales pueden causar enfermedades cardiacas, neuronales, cáncer y envejecimiento prematuro, por mencionar algunas. Entre los antioxidantes más comunes se encuentran las Vitaminas A, C y E, flavonoides y carotenoides, los cuales pueden obtenerse a partir del consumo de alimentos de origen vegetal como lo son: aguacate, frutos rojos, repollo, col, zanahoria, cítricos, uvas, tomate, uvas, semillas, etc. (Fig. 1), así como también pueden ser de origen sintético obtenidos a partir de procesos industriales (Coronado et al., 2015).

En los últimos años se ha reportado que algunos microorganismos como bacterias, levaduras y microalgas tienen la capacidad de producir antioxidantes, entre ellos la astaxantina. Esta molécula también se encuentra en algunos animales marinos considerados como principales fuentes de obtención este antioxidante, entre los que se encuentran el salmón, trucha, cangrejos y camarones, caracterizados por su coloración rosada atribuida a su dieta basada en el consumo de microalgas que producen y contienen astaxantina (Ambati et al., 2014). Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha reportado que una fuente alterna

Haematococcus pluvialis una fuente alterna de astaxantina

Haematococcus pluvialis an alternative source of astaxanthin

Julio César Jacuinde Ruíz y Juan Carlos González Hernández

Laboratorio de Bioquímica, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia, Mich., México.

Contacto: juan.gh@morelia.tecnm.mx

Resumen. Actualmente el consumo de antioxidantes es bastante común ya que contribuye en prevenir o neutralizar el efecto de los radicales libres que pueden causar distintas enfermedades. Una fuente rica en estos antioxidantes es la microalga *Haematococcus pluvialis* la cual tiene gran interés biotecnológico y económico atribuido a su alto contenido de antioxidantes entre los que destaca la astaxantina, la cual ha tomado gran importancia y aplicación biotecnológica atribuido a sus beneficios en la salud por su consumo, atribuido a que tiene elevada capacidad antioxidante, ayuda a regular el nivel de azúcar en sangre, contribuye en la prevención de enfermedades cardiovasculares y puede ayudar a tratar o prevenir el cáncer, todo esto sin ocasionar efectos adversos sobre la salud humana, por lo que a partir de los beneficios que esta genera es ampliamente utilizada en las industrias alimentarias, de bebidas, cosmética, farmacéutica y nutracéutica para la obtención de nuevos productos enriquecidos con astaxantina. Debido a la relevancia que tiene la producción de astaxantina actualmente se evalúa el efecto de los factores de crecimiento en la fase verde sobre la actividad antioxidante de los extractos celulares de la microalga *H. pluvialis*.

Palabras clave: *Haematococcus pluvialis*, astaxantina, antioxidantes.

Abstract. Nowadays, the consumption of antioxidants is quite common because it helps to prevent or neutralize the effect of free radicals that can cause various diseases. A rich source of these antioxidants is the microalga *Haematococcus pluvialis*, which is of great biotechnological and economic interest due to its high antioxidant content, including astaxanthin, which has taken on great importance and biotechnological application attributed for its health benefits when consumed, as it has a high antioxidant capacity, helps regulate blood sugar levels, contributes to the prevention of cardiovascular diseases and can help treat or prevent cancer and contributes to the prevention of cardiovascular diseases. It can help treat or prevent cancer without causing adverse effects on human health, for its benefits it is widely used in the food, beverage, cosmetics, pharmaceutical, and nutraceutical industries to obtain new products enriched with astaxanthin. Considering the relevance of astaxanthin production, the effect of growth factors in the green phase on the antioxidant activity of cell extracts of the microalga *H. pluvialis* is currently being evaluated.

Palabras clave: *Haematococcus pluvialis*, astaxantina, antioxidantes.

para la obtención de astaxantina es la microalga *Haematococcus pluvialis* la cual es fototrófica (requiere luz para producir su alimento) y unicelular, de forma esférica y de tonos verdosos a rojizos en función de su etapa de crecimiento (Fig. 2). Su desarrollo se condiciona por factores de crecimiento, entre los que destacan la temperatura (entre 16 °C a 26 °C), tiempo de exposición e intensidad de fuente de luz, pH (entre 7 a 9) y disponibilidad de nutrientes (como nitrógeno, carbono, fósforo y dióxido de carbono) durante la fase verde de crecimiento (Harker et al., 1995; Fábregas et al., 2000; Yuanyuan et al., 2021). Su desarrollo se realiza en tres etapas (Fig. 2) la primera es conocida como célula vegetativa, caracterizada por una coloración verdosa; la segunda etapa es conocida como palmella y se distingue por aumentar de tamaño, mantener su coloración verdosa y en el centro una coloración rojiza que indica el inicio de la producción de astaxantina y finalmente la etapa de aplanospora, en la cual se observa el incremento en la coloración rojiza atribuido al incremento del contenido de astaxantina que se produce como mecanismo de defensa cuando se somete a estrés. En esta última fase el contenido de astaxantina en esta microalga es aproximadamente entre el 2% al 5% del peso total de la microalga (Higuera-Ciapara et al., 2006; Yuanyuan et al., 2021; Xin et al., 2020; Kuan et al., 2019).



Fig. 1. Alimentos de origen vegetal ricos en antioxidantes.

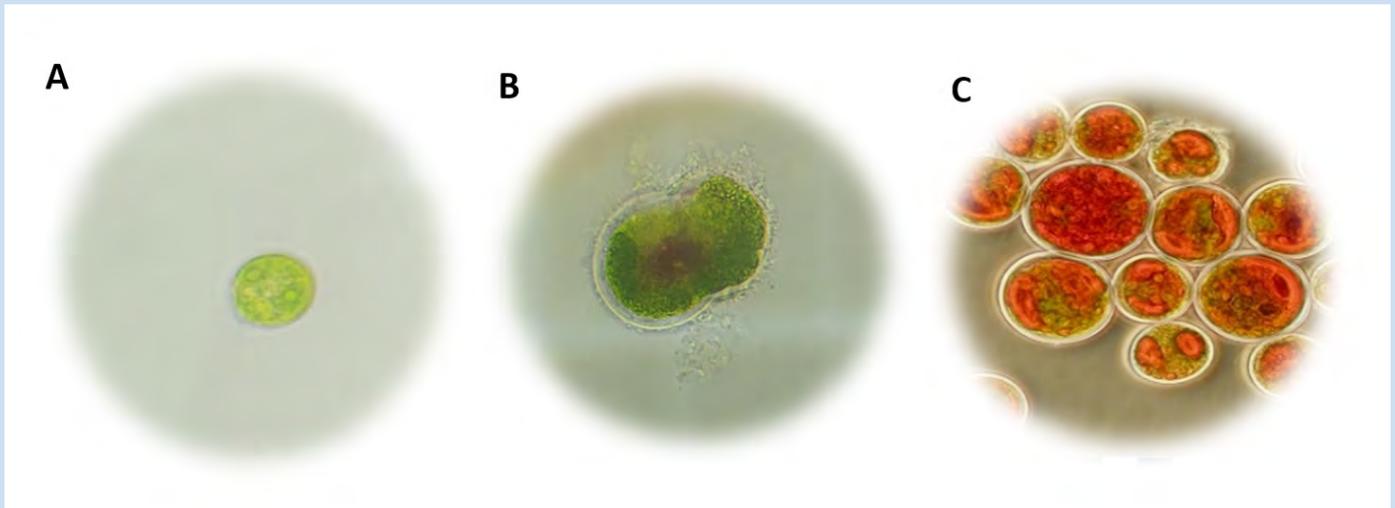


Fig. 2. Etapas de crecimiento de la microalga *H. pluvialis* (A. Célula vegetativa; B. Palmella; C. Aplanospora).

Efecto y beneficios sobre la salud humana

A lo largo de los años se han desarrollado diversas investigaciones sobre los efectos positivos en la salud humana que tiene el consumo de astaxantina (Fig. 3.), entre las que destacan:

Efecto antioxidante: las moléculas conocidas como radicales libres generadas por el ritmo de vida, alimentación y exposición a contaminantes pueden causar daños significativos sobre nuestro organismo y afectar significativamente la salud; una alternativa natural para contrarrestar tal efecto es el consumo de astaxantina la cual tiene la capacidad de neutralizar los radicales libres, evitando que moléculas como proteínas, lípidos y ADN sean oxidadas o alteradas reduciendo la probabilidad de desarrollar enfermedades asociadas a la alteración de estas, atribuido a los efectos positivos la astaxantina se emplea en industrias de alimentos, cosmética, farmacéutica, bebidas para la producir nuevos productos con capacidad antioxidante (Oslan *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2016; Davinelli *et al.*, 2018).

Control del nivel de azúcar: las personas que padecen diabetes mellitus constantemente están sometidas a un elevado estrés oxidativo atribuido al desgaste en el páncreas por el alto nivel de azúcar en

sangre. A partir de ello, se ha reportado que el consumo de astaxantina en dosis entre 8 mg/d a 15 mg/d ayuda mantener el control de esta enfermedad al disminuir dicho estrés y mejora los niveles de glucosa e insulina en sangre, además de proveer una protección adicional a las células del tejido pancreático contra la toxicidad de la glucosa y favoreciendo la mejora de la sensibilidad de insulina a la glucosa (Anbati *et al.*, 2013).

Prevención de enfermedades cardiovasculares: se ha demostrado que el consumo de astaxantina tiene efectos positivos sobre enfermedades cardiovasculares por la capacidad que tiene de proveer protección adicional al miocardio, reduciendo la probabilidad y gravedad de los infartos y mejorar la recuperación a causa de estos. También reduce e inhibe la actividad de enzimas que causan la oxidación de proteínas que ocasionan el incremento de los niveles de colesterol y triglicéridos, minimizando la probabilidad de padecer hipercolesterolemia o incremento en la presión arterial (Hussein *et al.*, 2005).

Actividad anticancerígena: la presencia de radicales libres en el organismo ocasiona la oxidación del ADN, proteínas y lípidos causando envejecimiento prematuro y aparición de enfermedades degenerativas como: fibrosarcomas, cáncer de mama, próstata y colón, fibroblastos embrionarios, muerte celular y

papilomas de piel; las cuales se puede prevenir y ayudar a tratar mediante el consumo de antioxidantes como la astaxantina, la cual puede reducir o inhibir la mutagénesis y carcinogénesis en las células (Hussein *et al.*, 2005; Amabati *et al.*, 2013).

La astaxantina es el carotenoide con mayor actividad antioxidante conocido actualmente, algunos reportes indican que tiene hasta 500 y 38 veces más actividad antioxidante que la Vitamina E y el β -caroteno respectivamente, a partir de esto se ha demostrado que la astaxantina de la microalga *H. pluvialis* es un suplemento seguro que puede contribuir en mejorar la salud humana sin ocasionar efectos adversos; atribuible a sus beneficios a la salud y aplicaciones en distintas industrias la Comisión Europea de Implementación y Regulación estableció que una dosis de hasta 80 mg/d es segura, puesto que no se tienen reportes de efectos adversos ocasionados a causa de su consumo (Oslan *et al.*, 2021). En un estudio realizado en Japón en 2005 refiere que el consumo de 50 mg/kg de astaxantina durante 14 días reduce significativamente la presión arterial y la posibilidad de sufrir accidentes cerebrovasculares, además de no reportar efectos secundarios por la dosis consumida en el periodo de estudio; en otro estudio se menciona que contribuye en mejorar la protección contra la formación de úlceras gástricas causadas por la

ingesta de algunos medicamentos; finalmente una investigación desarrollada con ratones indicó que el exceso en el suministro de astaxantina tuvo un efecto de acumulación en los ojos de estos, sin reportarse afectaciones a dicho sentido y tampoco se observaron efectos adversos adicionales. En distintas investigaciones científicas no se han reportado efectos adversos atribuidos al consumo de astaxantina proveniente de *H. pluvialis*, por lo que se considera un complemento alimenticio seguro. El consumo de este antioxidante se sugiere en dosis entre 4 a 8 mg y combinarlos preferentemente con la ingesta de alimentos ricos en aceites omega 3 (Oslan *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2016). Por otra parte, el interés en la producción de astaxantina a partir de la microalga *H. pluvialis* ha incrementado causa de la relevancia biotecnológica de este antioxidante en las industrias alimenticia, cosmética, nutracéutica y farmacéutica para la producción de distintos productos comerciales; por lo que es necesario continuar con nuevas investigaciones con el objetivo de evaluar el efecto que causa el consumo de astaxantina sobre distintos padecimientos, así como también continuar con la búsqueda de nuevas aplicaciones biotecnológicas en distintas áreas industriales para la microalga *H. pluvialis*.

Conclusión

Actualmente existen diversas fuentes de antioxidantes tanto de origen vegetal, animal y de

microrganismos; en los últimos años la obtención astaxantina a partir de microrganismos ha tomado mayor relevancia por su amplia diversidad de aplicaciones biotecnológicas e industriales, particularmente la microalga *H. pluvialis* es una fuente alterna que ha tomado gran relevancia debido a su alto contenido de astaxantina en su estructura, además de que diversos estudios sustentan que el consumo de astaxantina de *H. pluvialis* tiene efectos positivos sobre la salud humana bajo dosis controladas en periodos de tiempo definidos; debido a ello, se continúan desarrollando nuevos estudios enfocados en evaluar los efectos que tiene el consumo de este antioxidante para distintos padecimientos, así como también la búsqueda de nuevas aplicaciones biotecnológicas en distintas industrias. A causa de la importancia biotecnológica que representa *H. pluvialis* actualmente el equipo de trabajo evalúa el efecto de distintas condiciones de crecimiento en la fase verde sobre la capacidad antioxidante de los extractos celulares de la microalga.

Referencias

Ambati R. R., Sindhuja H. N., Shylaja M. D., Kadimi U. S., Ravi S., Gokare A. R. (2013). Effective inhibition of skin cancer, tyrosinase, and antioxidative properties by astaxanthin and astaxanthin esters from the green alga *Haematococcus pluvialis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(16), 3842-3851. <https://doi.org/10.1021/jf304609j>

Ambati R. R., Phang S. M., Ravi S., Aswathanarayana R. G. (2014). Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities

and its commercial applications—a review. *Marine Drugs*, 7,12(1), 128-52. <https://doi.org/10.3390/md12010128>

Coronado H., M., Vega y León S., Gutiérrez T. R., Vázquez F. M., Radilla V. C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206-212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>

Davinelli S., Nielsen M. E., Scapagnini G. (2018). Astaxanthin in skin health, repair, and disease: a comprehensive review. *Nutrients*, 10(4), 522. <https://doi.org/10.3390/nu10040522>

Fábregas J., Domínguez A., Regueiro M., Otero A. (2000). Optimization of culture medium for the continuous cultivation of the microalga *Haematococcus pluvialis*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53, 530-535. <https://doi.org/10.1007/s002530051652>

Harker M., Tsavalos A. J., Young A. J. (1995). Use of response surface methodology to optimize carotenogenesis in the microalga, *Haematococcus pluvialis*. *Journal of Applied Phycology*, 7(4), 399-406. <https://dx.doi.org/10.1007/bf00003797>

Higuera-Ciagara I., Félix-Valenzuela L., Goycoolea F. M. (2006). Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46:2, 185-196. <https://doi.org/10.1080/10408690590957188>

Hussein G., Nakamura M., Zhao Q., Iguchi T., Goto H., Sankawa M., Watanabe H. (2005). Antihypertensive and neuroprotective effects of astaxanthin in experimental animals. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(1), 47-52. <https://doi.org/10.1248/bpb.28.47>

Kuan S. K., Sze Y. L., Chien W. O., Xiaoting F., Xiaoling M., Tau C. L., Pau L. S. (2019). Recent advances in biorefinery of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. *Bioresource Technology*, 288. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121606>

Oslan S. N. H., Shoparwe N. F., Yusoff A. H., Rahim A. A., Chang C. S., Tan J. S., Oslan S. N., Arumugam K., Ariff A. B., Sulaiman A. Z. (2021). A review on *Haematococcus pluvialis* bioprocess optimization of green and red stage culture conditions for the production of natural astaxanthin. *Biomolecules*, 11;256. <https://doi.org/10.3390/biom11020256>

Shah M., Mahfuzur R., Liang Y., Cheng J. J., Daroch M. (2016). Astaxanthin-producing green microalga *Haematococcus pluvialis*: From Single Cell to High Value Commercial Products. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00531>

Xin L., Xiaoqian W., Chuanlan D., Shasha Y., Zhengquan G., Chaowen X., Spiros N. A., Guangce W., Jian L. (2020). Biotechnological production of astaxanthin from the microalga *Haematococcus pluvialis*. *Biotechnology Advances*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107602>

Yuanyuan R., Jinqian D., Junchao H., Zhaoming W., Lanbo Y., Yuge B., Feng Ch. (2021). Using green alga *Haematococcus pluvialis* for astaxanthin and lipid co-production: Advances and outlook. *Bioresource Technology*, 340. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125736>



Fig. 3. Fotografía de la astaxantina en polvo y sus beneficios por su consumo.

Contaminantes emergentes en el agua y las redes metal-orgánicas como agentes de remediación

Emerging contaminants in water and metal-organic networks as remediation agents

Nancy Nelly Zurita Méndez, Georgina Carbajal De La Torre y Marco Antonio Espinosa Medina

Facultad de Ingeniería Mecánica,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Contacto: marespm@gmail.com

Resumen. Existen grupos de contaminantes orgánicos “emergentes” (COEs) hídricos caracterizados por una alta persistencia, baja degradación en el ambiente y con grandes efectos adversos a la salud y al medio ambiente, entre ellos se encuentran detergentes, hormonas, pesticidas, productos de cuidado personal, drogas ilícitas y fármacos. Su identificación y tratamiento presenta un interés creciente ya que se ha encontrado su presencia en las aguas residuales post-tratadas, en ríos, mares y en aguas subterráneas y hasta en el agua potable. Estos contaminantes no se eliminan en las plantas de tratamiento de agua residuales (PTAR) convencionales por lo que es imperativo desarrollar tratamientos eficientes que permitan su remoción del medio acuático y contribuir a la solución de esta problemática medioambiental. Esta preocupación ha hecho que se volteen a ver a las estructuras de redes metal-orgánicas (MOF por sus siglas en inglés: Metal-Organic Frameworks) las cuales son materiales que presentan características atractivas para la remoción de COEs por su alta capacidad de adsorción, porosidad y área superficial, por lo que su investigación se ha ampliado como adsorbentes selectivos que incluyen la eliminación de tintes, agroquímicos, productos farmacéuticos entre otros.

Palabras clave: Contaminantes emergentes, fármacos, redes metal-orgánicas.

Abstract. There are groups of water “emerging” organic pollutants (EOCs) characterized by high persistence, low degradation in the environment and with great adverse effects on health and the environment, among them are detergents, hormones, pesticides, personal care products, illicit drugs and pharmaceuticals. Their identification and treatment are of growing interest since their presence has been found in post-treated wastewater, rivers, sea, groundwater and even in drinking water. These contaminants are not eliminated in conventional wastewater treatment plants, so it is imperative to develop efficient treatments that allow their removal from the aquatic environment and contribute to the solution of this environmental problem. This concern has made them turn to metal-organic frameworks structures (MOFs), which are materials that present attractive characteristics for the removal of EOCs due to their high adsorption capacity, porosity and surface area, so its research has expanded as selective adsorbents that include the elimination of dyes, agrochemicals, pharmaceutical products among others.

Keywords: Emerging organic pollutants, pharmaceuticals, metal-organic frameworks.

¿Qué son los contaminantes emergentes (COEs)?

Imagina que estás en la ducha y al lavarte el cabello identificas la fragancia de tu champú favorito, huele a almizcle, a naturaleza, inhalas y haces tu rutina de baño. Tú no lo sabes, pero es posible que ese aroma característico provenga de una sustancia química llamada “Galaxolida” el cual es un compuesto orgánico heterocíclico que al entrar en contacto con el agua de la

ducha y transportarse al drenaje permanece disuelto en ella, en tan pequeñas concentraciones (generalmente en partes por millón o partes por trillón) que no se identifica y que posteriormente al tratar las aguas residuales, ni siquiera se considera su presencia, esta sustancia de fórmula C₁₈H₂₆O es sospechosa de disrupción endócrina y es altamente tóxico para la vida acuática (Murtagh, et al., 2022). Ahora recuerda todas tus rutinas diarias de higiene y cuidado personal, piensa en

cuantos productos farmacéuticos consumes y en los productos de limpieza y detergentes que utilizas; todos ellos con un coctel de compuestos químicos que están en contacto con agua y después son desechados, compuestos que tienen distinto origen y naturaleza química y que su presencia en el medio ambiente han pasado inadvertidas, causando problemas ambientales y de riesgo para la salud. Estos contaminantes se denominan “emergentes” (COEs) ya que no están lo suficientemente investigados ni regulados y a que el uso de las fuentes que los originan va en aumento.

Tipos de contaminantes emergentes en agua

Tal como podemos imaginarlo, los contaminantes emergentes son muy diversos. Comprenden una amplia gama de productos, se introducen continuamente en el ambiente, y se originan en aguas residuales de tipo doméstico e industrial, de los residuos de las plantas de tratamiento, de los efluentes hospitalarios y de las actividades agrícolas y ganaderas (IMTA, 2018). Sus concentraciones en el agua son muy bajas, hasta de mil nanogramos por litro (ng/L). Sin embargo, las funciones biológicas de los seres vivos se pueden ver alteradas tras la exposición a estos contaminantes y sus efectos ecotoxicológicos aún no pueden definirse totalmente, aunque se sabe que impactan en organismos de diferentes niveles tróficos (Gayosso-Morales, et al., 2021).

Los contaminantes emergentes en tan bajas concentraciones no los vemos, no tienen olor ni sabor, por lo que es posible que no los tengamos en cuenta cuando se encuentran en los entornos acuáticos (agua potable, aguas subterráneas, aguas superficiales, influentes y efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales) por lo que su eliminación o control en el medio ambiente plantea un desafío significativo para los reguladores de políticas, los ingenieros y la comunidad científica.

Los COEs más representativos son:

▪ Pesticidas o plaguicidas

El uso de pesticidas y/o plaguicidas en la agricultura conlleva de forma innegable a que existan residuos de ellos y sus metabolitos detectados en entornos

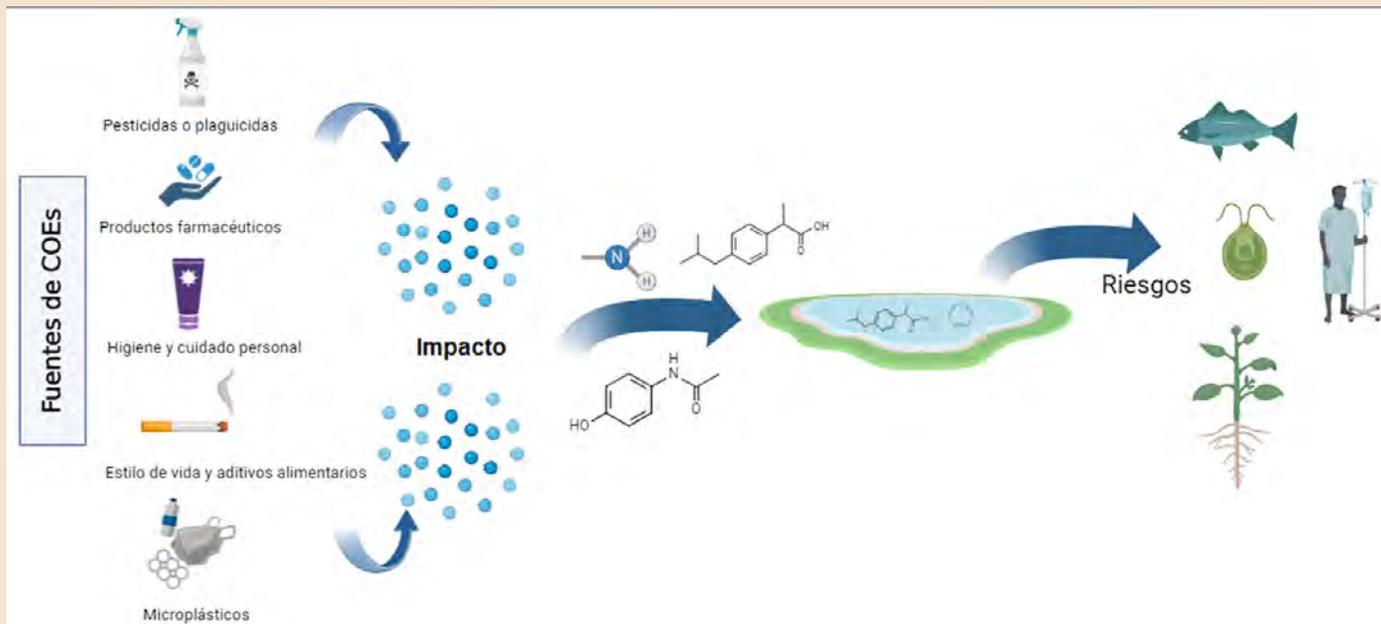


Figura 1. Contaminantes emergentes en aguas. Elaboración propia

acuosos. Algunos de los plaguicidas frecuentemente detectados son paratión carbofuran, atrazina, malatión y dimetoato (Rodríguez-Aguilar, et al., 2019).

Estos contaminantes tienen acción teratogénica y afectan los sistemas nervioso, endócrino e inmunológico por lo que se consideran generadores potenciales de enfermedades como cáncer, asma e infertilidad (Benítez-Díaz, et al., 2013).

▪ *Productos farmacéuticos*

Las vías principales en que estos productos llegan a los efluentes de aguas residuales son la excreción humana, su uso en la ganadería y el desecho de los productos no utilizados. Estos fármacos incluyen analgésicos/antiinflamatorios, antibióticos, antiepilépticos, medios de contraste en rayos X, anticonceptivos orales, esteroides, entre otros. En nuestro país se ha reportado la presencia de casi 40,000 ng/L de acetaminofén, 11,800 ng/L de naproxeno y 5,360 ng/L de sulfametoxazol en aguas residuales, estos fármacos al llegar al ambiente, pueden causar malformaciones en el cuerpo de organismos acuáticos tales como la trucha arcoíris o provocar cáncer o alteraciones del sistema endócrino a concentraciones por arriba de 200,000 ng/L (Ibarra-Rodríguez, et al., 2023). De forma preocupante, también se han encontrado en agua potable algunos fármacos como ibuprofeno, diclofenaco y carbamazepina (Tejada, et al., 2014).

▪ *Higiene y cuidado personal*

Los contaminantes de higiene y cuidado personal tienen un uso directo sobre el cuerpo humano. Algunos de los más comunes son los perfumes, los agentes de protección solar, los repelentes de insectos, jabones, cremas, tintes para cabello, etc. Las sustancias que conforman estos productos son variadas en estructura y composición química. Estos productos elevan de forma significativa el riesgo de exposición a sustancias químicas que pueden vincularse al cáncer, problemas hormonales, alergias o irritaciones. En el caso de la galaxolida (la fragancia del champú con aroma a almizcle) es un contaminante orgánico emergente que se utiliza ampliamente en productos de higiene personal y de consumo diario, como por ejemplo perfumes, cosméticos, jabones, colonias, acondicionadores de tejidos, entre otros. Debido a su gran producción industrial y elevado consumo, este compuesto se encuentra en las aguas residuales y se libera en el medio ambiente, principalmente a través de las depuradoras de aguas residuales, que no lo eliminan completamente. Varios estudios han demostrado su omnipresencia en pescados y mariscos, en concentraciones apreciables, más altas que en el caso de otras fragancias (Trabalón, et al., 2018).

▪ *Estilo de vida y aditivos alimentarios*

Dentro de estos compuestos se encuentran la cafeína, la nicotina, los

edulcorantes artificiales como el acesulfame, la sacarina, la sucralosa, los ftalatos y los aditivos alimentarios. Al igual que los fármacos, estos productos llegan a las aguas residuales mediante la excreción humana y desecho de productos no utilizados. Por mencionar los efectos de uno de ellos; el aspartame presente en más de 60,000 alimentos procesados en el mercado no es resistente a temperaturas altas en medios ácidos, por lo que investigaciones sugieren la posibilidad de efectos neurológicos y de comportamiento observados en mamíferos debido a los productos de transformación metabólica de este aditivo alimentario (Sánchez-Aceves, et al., 2021).

También pueden ser considerados como COEs los retardantes de llama bromados y clorados, subproductos de la desinfección, plastificantes, sustancias preservantes de madera y, en los últimos años, las nanopartículas, microplásticos, tierras raras, genes de resistencia a antibióticos y al virus SARS-CoV-2 (IMTA, 2021).

Tratamientos avanzados para remoción de contaminantes emergentes

Los COEs pueden llegar a los ecosistemas acuáticos cuando los efluentes de aguas residuales no son adecuadamente tratados y se descargan en ellos, bioacumulándose en sedimentos, flora y fauna debido a su

Tabla 1. Tratamientos de aguas residuales para remoción de contaminantes emergentes.

Tratamiento	Contaminante emergente	Eficiencia de remoción
Procesos individuales		
Ozonización	Fármacos	> 98 %
UV- fotólisis	Fármacos	30 – 70 %
Nanofiltración	Fármacos	15 – 100 %
Adsorción con carbón activado granular	Fármacos y pesticidas	20 – 50 %
Procesos combinados		
Coagulación/floculación, filtración con arena y carbón, ozonización y desinfección con cloro	Fármacos, drogas de abuso, pesticidas, estrógenos	85 – 100 %
Filtración, coagulación/floculación y cloración	Fármacos, retardantes de flama, plastificantes, biocidas, pesticidas, herbicidas	> 60 %
Dioxlorinación, coagulación/floculación, filtración con arenas, ultrafiltración, desinfección UV, ósmosis inversa y remineralización	Sulfonato perfluorooctanato/perfluorooctanato	≥ 99%

Tomado y modificado de Teodosiu, et al. (2018)

gran capacidad de persistencia. Los tratamientos de agua convencionales se enfocan en eliminar principalmente sólidos, materia orgánica y microorganismos patógenos. Los COEs no se eliminan por los métodos tradicionales, por lo que la búsqueda de tratamientos avanzados que sean capaces de eliminar la gran cantidad de estos contaminantes se hace cada vez más necesaria. Los tratamientos para este fin pueden incluir diversas técnicas (tabla 1), que incluyen procesos fisicoquímicos y biológicos. Sin embargo, algunos de estos procesos tienen la desventaja de que pueden conducir a la formación de compuestos intermediarios que pueden llegar a ser incluso más tóxicos que los COEs iniciales (Vasilachi et al. 2021).

Redes metal orgánicas (MOFs)

Existen también amplias investigaciones que permiten explorar la síntesis y el desarrollo de materiales híbridos que permitan ampliar el rango de tratamiento de contaminantes emergentes, así como su eficiencia, su estabilidad y que sean amigables con el medio ambiente. Las redes metalorgánicas (MOF) son materiales híbridos cristalinos porosos constituidos por grupos metálicos enlazados con matrices orgánicas multifuncionales. Han llamado la atención como materiales prometedores para la eliminación por adsorción en fase acuosa de COEs. Ciertos atributos como su gran capacidad de adsorción, alta superficie, porosidad y áreas, dimensiones y topologías ajustables, así como su reciclabilidad les confieren ventajas sobre los adsorbentes convencionales. Estas redes han demostrado más eficiencia en la remoción de COEs que las zeolitas, sílice

y materiales de carbono (Dhaka et al., 2019). Estudios recientes han permitido identificar tipos de MOF, en el campo de la adsorción de COEs y mediante ciertas modificaciones se ha mejorado su rendimiento (Duan et al., 2023). La remoción de COEs principalmente puede llevarse a cabo por mecanismos de adsorción y/o fotocatalisis; sin embargo, pueden también eliminarse mediante atracción electrostática, complejación superficial e intercambio iónico (Zhang et al., 2021).

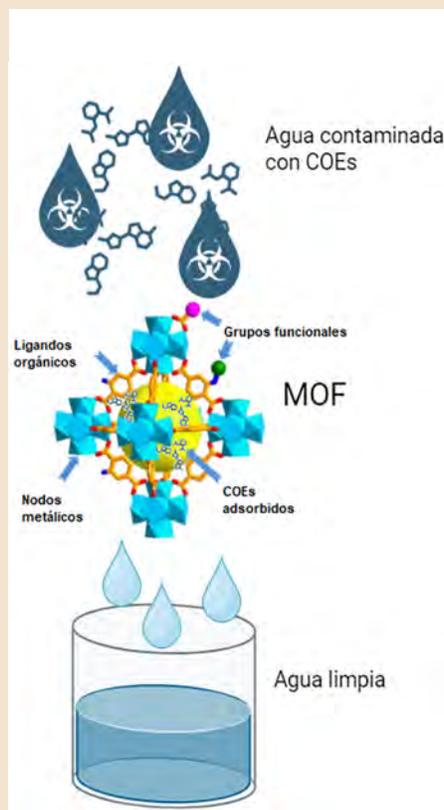


Figura 2. Estructura de una red metal-orgánica utilizada para remoción de COEs en agua. Elaboración propia.

Conclusiones

Los contaminantes emergentes son producto de fuentes antropogénicas y actualmente se observa un aumento en su incidencia en fuentes acuosas. Su presencia en los cuerpos de agua afecta las funciones biológicas de los seres vivos, considerándose generadores potenciales de enfermedades como cáncer, asma e infertilidad. Los métodos tradicionales no son capaces de eliminarlos, por lo que se diseñan técnicas que permitan una adecuada remoción. Las redes metal-orgánicas son materiales que permiten la remoción de contaminantes emergentes por adsorción. Si bien son materiales que aún están en evaluación, presentan capacidades para producirse a escalas industriales debido a la facilidad de síntesis, eficiencia y variedad de estructuras.

Referencias

- Benítez-Díaz, P., & Miranda-Contreras, L. (2013). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 29, 7-23.
- Dhaka, S., Kumar, R., Deep, A., Kurade, M. B., Ji, S. W., & Jeon, B. H. (2019). Metal-organic frameworks (MOFs) for the removal of emerging contaminants from aquatic environments. *Coordination Chemistry Reviews*, 380, 330-352. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2018.10.003>
- Duan, Z., Sun, C., Zhang, X., Lin, W., & Shi, X. R. (2023). The Application of Metal-Organic Frameworks in the Adsorptive Removal of Harmful Species from Aqueous Solutions. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, 20(3), 227-239. <https://doi.org/10.2174/1570193X19666220404091505>
- Gayosso-Morales, M. A., & Gonzalez-Pérez, B. K. (2021). Contaminantes emergentes y su relación con el ambiente. Publicación digital de la Red del Agua UNAM Número 17, octubre-diciembre 2021, 28. <http://www.agua.unam.mx/impluvium.html>
- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. Producción más limpia, 7(2), 52-73. Gil, M., et al., (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción más limpia*, 7:52-73. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Rodríguez, D. I., & García, L. A. (2023) Aguas residuales, plantas de tratamiento y contaminantes emergentes. *Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco, A.C.* Consultado en: <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Aguas-residuales—pl>

antas-de-tratamiento-y-contaminantes-emergentes/337

IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2021). Perspectivas de los contaminantes emergentes en el mundo. Consultado en: https://www.gob.mx/imta/articulos/perspectivas-de-los-contaminantes-emergentes-en-el-mundo?id_iom=es

IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2018). El desafío de los contaminantes emergentes. Consultado de: <https://www.gob.mx/imta/articulos/el-desafio-de-los-contaminantes-emergentes>

Lesser, L. E., Mora, A., Moreau, C., Mahlknecht, J., Hernández-Antonio, A., Ramírez, A. I., & Barrios-Piña, H. (2018). Survey of 218 organic contaminants in groundwater derived from the world's largest untreated wastewater irrigation system: Mezquital Valley, Mexico. *Chemosphere*, 198, 510-521. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.154>

Murtagh, C., Odriozola, V., Vallette, J., & Weber, J. (2022). The toxic trail of fragrance chemicals. *Material Research L3C*. Consultado de: https://womensvoices.org/wp-content/uploads/2023/01/Research-brief_The-Toxic-Trail-of-Fragrance-Chemicals.pdf

Oluwole, A. O., Omotola, E. O., & Olatunji, O. S. (2020). Pharmaceuticals and personal care products in water and wastewater: a review of treatment processes and use of photocatalyst immobilized on functionalized carbon in AOP degradation. *BMC chemistry*, 14:62, 1-29. <https://doi.org/10.1186/s13065-020-00714-1>

Rodríguez Aguilar, B. A., Martínez Rivera, L. M., Peregrina Lucano, A. A., Ortiz Arzona, C. I., & Cárdenas Hernández, O. G. (2019). Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. *Terra Latinoamericana*, 37(2), 151-161. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.462>

Sánchez Aceves, L. M., Gómez Oliván, L. M., Islas Flores, H., & Galar Martínez, M. (2021). Destino, ocurrencia y efectos tóxicos de edulcorantes artificiales, un nuevo tipo de contaminantes emergentes. *Contribuciones Selectas en Ecotoxicología y Química Ambiental*. Capítulo 6. Primera Edición.

Tejada, C., Quiñonez, E., & Peña, M. (2014). Contaminantes emergentes en aguas: metabolitos de fármacos. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 80-101.

Trabalón, L., Alves, R. N., Castro, Ó., Nadal, M., Borrull, F., Pocurull, E., & Marques, A. (2018). Preliminary assessment of galaxolide bioaccessibility in raw and cooked FISH. *Food and chemical toxicology*, 122, 33-37. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.09.075>

Vasilachi, I. C., Asimincesei, D. M., Fertu, D. I., & Gavrilescu, M. (2021). Occurrence and Fate of Emerging Pollutants in Water Environment and Options for Their Removal. *Water*. 13(2), 181. <https://doi.org/10.3390/w1302018>

Teodosiu, C., Gilca, A. F., Barjoveanu, G., & Fiore, S. (2018). Emerging pollutants removal through advanced drinking water treatment: A review on processes and environmental performances assessment. *Journal of cleaner production*, 197, 1210-1221. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.247>

Zhang, S., Wang, J., Zhang, Y., Ma, J., Huang, L., Yu, S., ... & Wang, X. (2021). Applications of water-stable metal-organic frameworks in the removal of water pollutants: A review. *Environmental Pollution*, 291, 118076. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118076>

La aleatoriedad como parte de lo cotidiano

Randomness as part of everyday life

Jaime Aguilar García, Rodrigo González Garfias y José de Jesús Contreras Navarrete

Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: jose.cn2@morelia.tecnm.mx

Resumen. Ha llegado el momento de descansar. Recoges tus cosas, enciendes el coche y te diriges a casa, esperando una tarde agradable con tu familia. Sabes que te esperan cosas buenas en casa y llevas lo necesario. Sin embargo, el viaje se complica por un accidente y mal tiempo, sumado a bloqueos y reparaciones en rutas alternas. Lo que parecía un regreso fácil se convierte en un retraso prolongado. Este incidente plantea si es mala suerte, intervención divina o simplemente aleatoriedad. Este texto discute cómo la aleatoriedad influye en la cotidianidad de la vida, algunas formas de abordarla y la naturaleza de esta.

Palabras clave: fenómenos, probabilidad de ocurrencia, incertidumbre

Abstract. The time for relaxation has finally come. You pack up your belongings, ignite the engine, and set off towards home, eagerly anticipating a delightful evening with your family. You're well-prepared for the comfort and joy that await you at home. However, your journey home becomes unexpectedly complicated due to an accident, adverse weather conditions, and ongoing repairs on alternative routes, leading to delays and blockages. What initially was a straightforward trip home turns into a significant delay. This incident prompts contemplation on whether it's a matter of bad luck, divine intervention, or simply the randomness of life. This discussion explores the impact of randomness on our daily lives, strategies for navigating it, and its inherent nature.

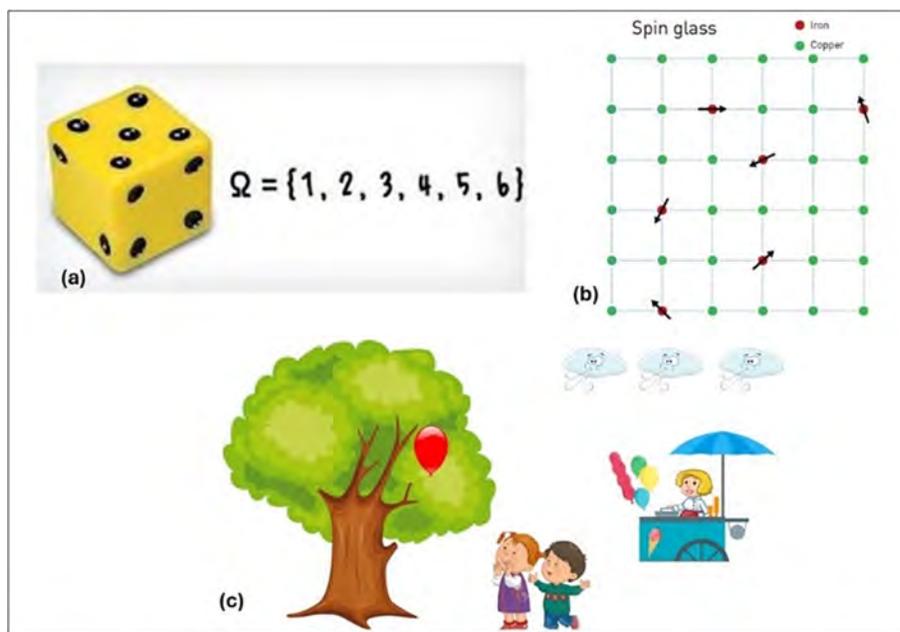


Figura 1.- Descripción de los eventos que describen el fenómeno de la aleatoriedad. (a) Tomada y modificada de quora.com. (b) Tomada y modificada de fundaciónsicomoro.org (c) Ejemplificación del supremo de los procesos estocásticos (creación propia).



Figura 2. Momento en el cual la paloma es impactada por la pelota de beisbol. Tomada y modificada de <https://www.usatoday.com/story/sports/mlb/2022/03/24/randy-johnson-hit-bird-baseball/7154161001/>

el resultado a la larga será compensando Ledoux, 2001).

El vidrio de Spin

Los vidrios de spin son materiales magnéticos con desorden atómico provocado por la aleatoriedad, a diferencia de los imanes tradicionales que tienen átomos alineados ordenadamente (Anand, 2012). Este desorden, ejemplificado en aleaciones cobre-manganeso (Cu-Mn), resulta en propiedades útiles como resistencia a la corrosión, desarrollo de sensores, y mayor resistencia a la fatiga (figura 1b). Además, la aleatoriedad de los vidrios de spin beneficia a la criptografía y a la computación cuántica o basada en el caos.

El supremo de los procesos estocásticos

Una gran cantidad de variables que interactúan, donde de esta interacción el valor más grande es conocido como el supremo. Para entender este concepto imaginemos que se tiene un globo que es influenciado por el aire, día con día este puede volar o más alto o bajo. Unos niños realizan una apuesta donde si algún día del mes el globo toca la rama de un árbol, la niña será ganadora de un helado, sin embargo, si el globo nunca llega a dicha rama, la niña será quien regale el helado al niño (figura 1c). En este caso el globo representa el precio de

Concentración de la medida

Un proceso que se ve influenciado por distintas fuentes de aleatoriedad, no se vuelve complejo si no que los distintos factores aleatorios permiten que exista una compensación entre si y los resultados sean más fáciles de predecir, como ejemplo, lanzar una moneda sin estar cargada o un dado de seis caras o seleccionar de un grupo determinado esferas de color (figura 1a),

Introducción

¿Qué es la aleatoriedad?

Imagina que tienes una caja llena de diferentes juguetes y cada vez que metes la mano, sacas uno sin mirar. Nunca sabes exactamente qué juguete vas a sacar, aunque sabes que será uno de los que están dentro de la caja. Eso es la aleatoriedad: cuando las cosas suceden de una manera que no podemos predecir con seguridad, como si fuera una sorpresa constante (Landsman, 2020). Dentro de la aleatoriedad se enfatiza en la idea de sorpresa e imprevisibilidad (incertidumbre). La aleatoriedad está presente en el día a día de nuestras vidas y la incertidumbre juega un papel fundamental en su desempeño, estos los analizaremos a continuación.

¿Cómo puede entenderse la aleatoriedad?

Michael Talagrand define al fenómeno de la aleatoriedad como: “La mano dorada del destino” y en diferentes trabajos intenta definir lo que no tiene un patrón de comportamiento o aquello que dijimos que se centra en la incertidumbre (Talagrand, 1992). Talagrand propone tres áreas que intentan mostrar el fenómeno aleatorio.

Bush v. Gore

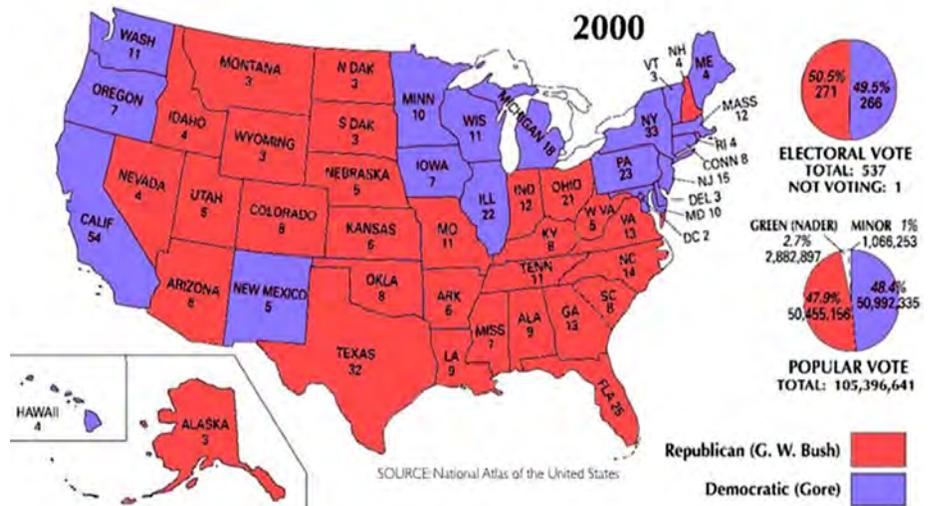


Figura 3. Mapa político electoral de los sufragios llevados a cabo en el año 2000 en los E.E.U.U. Tomada y modificada de <https://www.britannica.com/event/United-States-presidential-election-of-2000>

un bien que las personas compren y vendan; y cambian día con día. La rama es el límite que alcanzará el bien y el aire representa la cantidad de variables que interactúan entre sí para lograr el punto más alto, esto representa sin duda un fenómeno completamente aleatorio (Borodin, 2017).

La aleatoriedad como evento de convivencia cotidiana

Presencia de la aleatoriedad en el deporte

El 24 de marzo de 2001, Randy Johnson de los Cascabeles de Arizona lanzó su recta de alta velocidad contra los Gigantes de San Francisco. En la séptima entrada, un sonido inusual y plumas en el aire sorprendieron a bateador y receptor: una paloma chocó con la pelota y murió (figura 2).

Este incidente en el montículo dejó atónitos a jugadores y aficionados, planteando dudas sobre la probabilidad y repetición de tal evento. La explicación más simple recae en la aleatoriedad.

Presencia de la aleatoriedad en la política

La elección presidencial de EE. UU. de 2000 destacó la influencia de la aleatoriedad en la política, especialmente cuando el conteo de votos en Florida, afectado por la ambigüedad de las papeletas perforadas, resultó en un recuento automático y disputas legales. La decisión final de la Corte Suprema, que detuvo el recuento, otorgó a George W. Bush una victoria frente a su contrincante Al Gore por un margen increíblemente ajustado.

Presencia de la aleatoriedad en el clima

La aparición de El Niño es un proceso natural que ocurre aproximadamente cada 2 a 7 años, pero su intensidad, duración y los efectos específicos en el clima de diferentes regiones son altamente impredecibles. Aunque los científicos han mejorado en la capacidad de predecir la llegada de El Niño, su naturaleza aleatoria significa que los impactos exactos en el clima global y local son difíciles de pronosticar con precisión, lo que puede llevar a sorpresas climáticas que afectan la agricultura, los ecosistemas, y la economía de maneras inesperadas.

THE EL NIÑO PHENOMENON

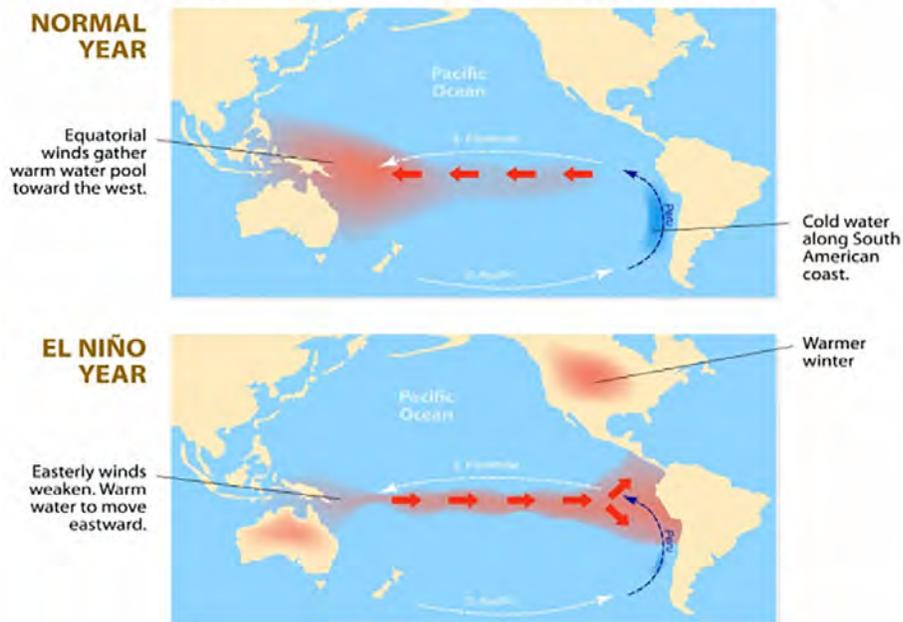


Figura 4. Descripción del cambio climático en un año donde se presenta el fenómeno del niño vs un año normal. Tomada y modificada de <https://cnnespanol.cnn.com/2024/02/09/que-es-nino-fenomeno-por-que-ocurre-efectos-trax/>

Conclusiones

En un mundo donde el azar, la incertidumbre y la probabilidad se entrelazan constantemente, es crucial reconocer sus límites y relaciones: el azar genera eventos impredecibles, la incertidumbre representa nuestro desconocimiento del resultado, y la probabilidad nos ofrece una herramienta para cuantificar las posibilidades. Conscientes de que la aleatoriedad es un fenómeno permanente, las personas pueden desarrollar estrategias efectivas para una convivencia adecuada: cultivar la flexibilidad para adaptarse a cambios inesperados, fortalecer la resiliencia para superar imprevistos de manera creativa y rápida, y mantener una actitud abierta para aprovechar las oportunidades que surgen de situaciones aleatorias.

Esta comprensión integrada, permite a las personas navegar con mayor confianza en un mundo incierto, utilizando el conocimiento de estos conceptos interconectados para tomar decisiones más informadas y adaptarnos eficazmente a las circunstancias cambiantes.

Bibliografía

- Anand VK, Adroja DT, Hillier AD. (2012). Ferromagnetic cluster spin-glass behavior in PrRhSn 3. *Physical Review B*, 85(1), 014418.
- Borodin AN. (2017). *Stochastic processes*. Cham: Birkhäuser.
- Landsman M, (2020). Randomness? What randomness? *Foundations of physics*, 50, 61-104.
- Ledoux M, (2001). *The concentration of measure phenomenon* (No. 89). American Mathematical Soc.
- Levy M. (2011). United State presidential of 2000, agosto 16, 2004. <https://www.britannica.com/event/United-States-presidential-election-of-2000>
- Mendoza J. (2022). Remember that time Randy Johnson's fastball killed a dove during a baseball game? Marzo, 28, 2022. <https://www.usatoday.com/story/sports/mlb/2022/03/24/randy-johnson-hit-bird-baseball/7154161001/>
- Miller B. (2024). ¿Qué es el fenómeno del niño, por qué ocurre y que efectos puede producir?, febrero 9, 2024. <https://cnnespanol.cnn.com/2024/02/09/que-es-nino-fenomeno-por-que-ocurre-efectos-trax/>
- Talagrand M, (1992). Matching random samples in many dimensions. *The Annals of Applied Probability*, 846-856.

El Distintivo ESR otorgado por CEMEFI a través del modelo de Responsabilidad Social Empresarial

The ESR Distinction awarded by CEMEFI through the Corporate Social Responsibility model.

Osiris María Echeverría Ríos¹ y María Josefina Hernández Barrera²

Universidad Autónoma de Coahuila. 2. Universidad Autónoma de Tamaulipas¹. México.

Contacto: josefinahb@docentes.uat.edu.mx

Resumen. La responsabilidad social empresarial, si bien no es obligatoria, es un objetivo dentro de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, y muestra el firme compromiso del sector empresarial en fomentar acciones que beneficien a la sociedad, la economía y el medio ambiente. El contar con máxima distinción de una empresa responsable a través del distintivo ESR[®] significa que esta ha emprendido acciones significativas de inclusión, cultura, civismo, preservación del medio ambiente, empleo, trabajo, apoyo social además de contemplar acciones globales que son factores de cambio en las organizaciones.

Lograr el distintivo ESR[®], implica una evaluación voluntaria y constante por parte de las empresas a través de un instrumento debidamente analizado y con un sustento normativo internacional, mismo que es aplicado por el Centro Mexicano para la Filantropía AC., CEMEFI. y que contempla cuatro grandes criterios: Ambiental, Social, Gobernanza y Global.

Las empresas que ostentan en su imagen el distintivo ESR[®] sirven de ejemplo e incentivan a las demás a mejorar el quehacer organizacional y su compromiso con la sociedad y la sustentabilidad.

Palabras clave: Distintivo ESR[®], Responsabilidad social, Modelo, CEMEFI.

Abstract. Corporate social responsibility, although not mandatory, is an objective within the United Nations 2030 Agenda, and shows the firm commitment of the business sector to promoting actions that benefit society, the economy and the environment. Having the highest distinction of a responsible company through the ESR[®] distinctive means that it has undertaken significant actions of inclusion, culture, civility, preservation of the environment, employment, work, social support in addition to contemplating global actions that are factors of change in organizations.

Achieving the ESR[®] distinctive implies a voluntary and constant evaluation by companies through a duly analyzed instrument with an international regulatory basis, which is applied by the Mexican Center for Philanthropy AC., CEMEFI. and that contemplates four major criteria: Environmental, Social, Governance and Global.

Companies that display the ESR[®] distinctive in their image serve as an example and encourage others to improve organizational work and their commitment to society and sustainability.

Keywords: ESR[®] Distinctive, Social Responsibility, Model, CEMEFI.

Introducción.

El distintivo de empresa socialmente responsable, ESR[®], es un reconocimiento que se otorga a empresas, que, a través de un proceso de evaluación voluntaria, en donde logran acreditar diversos rubros que son considerados elementos diferenciadores en su quehacer empresarial y en su aportación hacia la sociedad y medio ambiente, este distintivo es otorgado a través de un organismo llamado el Centro Mexicano para la Filantropía A.C, CEMEFI (Fig. 1). Las empresas que ostentan en su imagen el distintivo ESR[®] sirven de ejemplo e incentivan a las demás a mejorar el modelo de responsabilidad social.

Las empresas que pueden participar para poder obtener el Distintivo, pueden participar en las convocatorias que emite el CEMEFI, una para empresas Micro, pequeñas y medianas (Mipymes) y otra para grandes empresas, en el último caso se deben cubrir varios criterios: primero, ser considerado empresa grande, es decir con un número de empleados mayor a 100 personas, segundo; definir el tipo de empresa, la cual puede ser privada, organización de sociedad civil, cámaras empresariales, dependencias gubernamentales, colegios de profesionales, tercero, deberán pertenecer a alguno de los sectores de acuerdo a lo establecido en la Secretaría de Economía que pueden ser: agropecuario, minero y extractivo, de la industria manufacturera, de la

construcción, de comercio, de transporte y comunicaciones y servicios, cuarto, participar en la convocatoria, cumpliendo con las fechas establecidas con actividades como registro, postulación, pago de inscripción, llenado del instrumento de evaluación, a través de la carga de evidencias documentales que respalden el cumplimiento de la sostenibilidad del modelo de negocio, posteriormente se emiten los resultados y recomendaciones culminando el proceso con la ceremonia de entrega del distintivo ESR[®] cuya validez es anual.

Es importante mencionar, que el distintivo ESR, está debidamente sustentado en su marco normativo, ya que la evaluación se realiza a través de un instrumento cuyo marco de referencia es el cumplimiento a los Tratados internacionales, la Agenda Económica del T-MEC (Tratado entre México, Estados Unidos, Canadá), la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social, La Ley Federal de Protección al Consumidor, Ley General de Protección Civil, la Declaración Universal en Derechos humanos y su Ley nacional en materia, así mismo, las normas y certificaciones nacionales e internacionales como ISO, Normas de inclusión, Fair Trade, además se tomaron en cuenta las buenas prácticas y referencias de empresas que cumplen con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, principios de gobierno emitidos por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE y el Grupo de los 20, G20, el manual de buenas prácticas, la autogestión de la Organización Internacional del Trabajo

El instrumento de evaluación que aplica CEMEFI, ha sufrido cambios, por eso se habla de un nuevo modelo de responsabilidad social. Anteriormente se abordaba el instrumento con cuatro

dimensiones que eran: Calidad de vida de la empresa como parte de una dimensión social del trabajo, ética y gobernabilidad empresarial, vinculación y compromiso con la comunidad y su desarrollo, cuidado y preservación del medio ambiente, posterior a pandemia, este instrumento se reestructura, cambiando sus dimensiones a criterios, que son los siguientes: El Ambiental, cuyo enfoque se centra en como la gestión de la empresa impacta en el medio ambiente, es decir, como las acciones de esta, contribuyen a la preservación y protección del entorno en el que se encuentra establecido.

El Social que aborda los derechos laborales de los empleados dentro de la organización, asuntos de los consumidores, la participación de la empresa con su entorno y el desarrollo de la cadena de valor. Es decir, cómo impactan las actividades de las personas internas y externas a la organización en la sociedad.

Gobernanza que analiza la gestión y responsabilidad social, prácticas justas y derechos humanos.

Y el Global, que se refiere al contexto global y sus variables, este criterio en particular aborda el cómo reaccionar ante crisis, sobre todo las acciones emprendidas durante la pandemia COVID-19.

Cada criterio, contiene ámbitos, subámbitos e indicadores, los cuales para su mejor identificación se encuentran en la tabla anexa.

De acuerdo a la información publicada por Cemefi, en el año 2023, 2298 empresas participaron para obtener el distintivo de ESR 2023, de las cuales 2,265 son de origen mexicano, el resto extranjero.

En México, la mayor concentración de empresas que cuentan con el distintivo ESR® en el año 2023, se encuentra en los Estados de Ciudad de México, Jalisco, Nuevo León, Estado de México, Guanajuato, Sinaloa, Sonora, Puebla, Querétaro, Chihuahua.

Por lo que respecta al desglose en cuanto al tamaño de las empresas que



Figura 1. El El Distintivo ESR® es un reconocimiento otorgado anualmente en México por el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi) donde A través del autodiagnóstico se orienta a las empresas hacia un modelo de gestión sostenible y socialmente responsable, además reconoce a las empresas por su compromiso de aportar valor social a su operación. <https://www.centroperse.org/distintivo-esr/>

obtuvieron el distintivo ESR® en el año 2023, predominan las de tipo Grandes con un 46% de participación, seguida de las de tipo Pequeñas con 26%, las de tipo Medianas con 22% y por ultimo las que se consideran Micro con una participación de 6%.

Las ramas económicas predominantes de las empresas que lograron el distintivo ESR® 2023, son: Industrias manufactureras, Servicios, Servicios profesionales, científicos y técnicos, Construcción, Comercio al por mayor y transportes, correos y almacenamiento.

Por lo tanto, el que una empresa logre el distintivo ESR®, representa un firme compromiso con la responsabilidad social empresarial, no solo porque alcanza el cumplimiento de estándares éticos y sociales, sino también porque impulsa practicas sostenibles que benefician a la comunidad, la economía y el medio ambiente.

Cabe hacer mención que este tipo de certificación también puede significar tentación para algunas empresas que buscan certificarse sin perseguir los fines auténticos de responsabilidad social y solo con fines de mercadotecnia,

esto representa un riesgo de caer en la práctica de greenwashing, es por ello que los consumidores, deben cerciorarse a través de la revisión de información publicada por la empresa, productos y servicios que ofrecen y acciones implementadas por las empresas para que la información que presentan no sea falsa o fraudulenta o vaya en contra de los principios de sustentabilidad y cuidado ambiental.

Conclusión.

El modelo de empresa socialmente responsable, por el cual se evalúan las organizaciones, a fin de obtener el distintivo ESR® que otorga el CEMEFI, ha sufrido transformaciones para mejorar los estándares evaluados, si bien, se contemplaban cuatro dimensiones: calidad de vida, ética y gobernabilidad, vinculación con la comunidad,

desarrollo y cuidado medioambiental, este nuevo modelo incluye las dimensiones señaladas y se transforma en criterios agregando el global, es decir que estas cuatro dimensiones cumplen con lo establecido en la agenda 2030 a través de la observancia de los Objetivos del Desarrollo Sostenible enfocándose en acciones como inclusión, cultura, civismo, preservación del medio ambiente, participación activa de la empresa con el empleo, trabajo, apoyo social y algo importante a destacar en este modelo es el firme compromiso global de las empresas que contemplan las acciones frontales al contexto actual, el mejor ejemplo fue en la pandemia ocasionada por el COVID-19 que sin duda fue un factor de cambio en la forma de trabajar de las organizaciones.

De acuerdo a la información publicada por Cemefi, en el año 2023, 2298 empresas participaron para obtener el distintivo de ESR 2023, de las cuales 2,265 son de origen mexicano, el resto extranjero.

En México, la mayor concentración de empresas que cuentan con el distintivo ESR® en el año 2023, se encuentra en los Estados de Ciudad de México, Jalisco,

Tabla 1. Nuevo modelo del Distintivo ESR® Empresarial 2023.

NUEVO MODELO DEL DISTINTIVO ESR® EMPRESARIAL 2023
Cráterios, Ámbitos, Subámbitos e Indicadores

AMBIENTAL	SOCIAL				GOBERNANZA			GLOBAL
AMBIENTAL	DERECHOS LABORALES	ASUNTOS DE CONSUMIDORES	PARTICIPACIÓN ACTIVA Y COMUNIDAD	DESARROLLO DE LA CADENA DE VALOR	GESTIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL	GOBERNANZA Y PRÁCTICAS JUSTAS	DERECHOS HUMANOS	GLOBAL
ADICIÓN DE IMPACTO Salud y Riesgo Operacional Aspecto Ambientales Riesgo Ambientales Ciclo de Vida del Producto PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Prevención de la Contaminación USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS Consumibles, insumos y materias primas amigables Modificaciones para disminuir el impacto en uso del agua Impacto de emisiones Impacto en uso de suelo y sub suelo Procesos, productos y servicios sostenibles Impacto de la diversidad MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Plan de trabajo de objetivos ambientales Eficiencia energética Eficiencia hídrica Gestión Ambiental Capacitación ambiental MANEJO DE RESIDUOS Manejo de Residuos TECNOLOGÍAS LIMPIAS Tecnologías Ambientales	DERECHOS FUNDAMENTALES EN EL TRABAJO Jornada de trabajo y pago de horas extras Contratos de trabajo responsables Prohibición de trabajo infantil Prohibición de trato inhumano Entorno laboral con accesibilidad Universal Campesinero legislativo de salud y de seguridad Genuina de libertad de asociación Trabajo decente Violencia de género Igualdad de género CONDICIONES Y OPORTUNIDADES LABORALES Compensación digna Condiciones de trabajo Flexibilidad de Horarios Facilidades para responsabilidades familiares SAÚDE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Acceso a instalaciones limpias y seguras Consulta de seguridad e higiene Consulta de Salud Ocupacional Comisión de capacitación y subarrendamiento Plan de Capacitación DESARROLLO HUMANO Y FORMACIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO Programa de inducción Evaluación del desempeño	PRÁCTICAS JUSTAS DE MARKETING Impacto ambiental y social de su producto Compra de consumo responsable Información transparente al consumidor PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE CLIENTES Y/O CONSUMIDORES Uso apropiado de productos y servicios Riesgos ambientales de salud de su producto CONSUMO SOSTENIBLE Ciclo de vida del producto SERVICIOS DE ATENCIÓN AL CLIENTE, APOYO Y RESOLUCIÓN DE QUEJAS Y CONTROVERSIAS Atención de clientes y consumidores PROTECCIÓN Y PRIVACIDAD DE LOS DATOS DE CONSUMIDORES Protección de datos personales EDUCACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA Educación sobre el producto para decisión e compra COMERCIO ELECTRÓNICO Plataforma Segura de transacciones electrónicas Entrega y Servicio	PARTICIPACIÓN ACTIVA DE LA COMUNIDAD Vinculación con climas y asociaciones Vinculación con vecinos EDUCACIÓN Y CULTURA Usee y consumo de las comunidades Programas de habilidades digitales de las comunidades DESARROLLO DE LA COMUNIDAD Generación de empleo Desarrollo de las comunidades Desarrollo de los jóvenes en las comunidades Desarrollo de competencias en la comunidad PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN SOCIAL Intervención social VOLUNTARIADO Voluntariado	DESARROLLO DE PROVEEDORES Riesgo de proveedores Derechos humanos y laborales de proveedores PRÁCTICAS DE PROVEEDORES Programas de proveedores Proceso de compra de proveedores NEGOCIACIONES CONFIABLES: CLIENTE PROVEEDOR Pago a proveedores Pago oportuno a proveedores de acuerdo a su tamaño y sector Proveedores locales	CONTEXTO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL Asuntos materiales PARTES INTERESADAS Partes interesadas PLANIFICACIÓN DE LA RSE Plan estratégico de RSE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Capacitación de RSE ORGANIZACIÓN DE RECURSOS Presupuesto RSE DESARROLLO SOSTENIBLE ODS y Agenda 2030 Metas ODS ODS Sostenible	ESTRUCTURA DE GOBERNANZA Gobierno corporativo FUNCIONAMIENTO DEL ÓRGANO DE GOBIERNO Consejos independientes Criterios de inclusión de género COMPLIANCE Manifiesto de compliance Libros Regales Auditorías internas PREVENCIÓN DE CORRUPCIÓN Anticorrupción DENUNCIAS Investigación de denuncia CIVISMO Participación ciudadana COMPETENCIA JUSTA Código de ética Libro Competencia COMPORTAMIENTO ÉTICO Uso indebido de recursos	FORMACIÓN EN DDHH Formación en Derechos Humanos DEUDA DULGENCIA Protección de derechos humanos SITUACIONES DE RIESGO Y EVITAR LA COMPLIANCE Valoración de derechos humanos INCLUSIÓN Y DIVERSIDAD Igualdad de oportunidades y trato DERECHOS POLÍTICOS Y CIVILES Derechos civiles y políticos DERECHOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y CULTURALES Alianzas por promover derechos	CRISIS COVID Protocolos COVID Comunicación de riesgos Comité de riesgos Planes para salud y seguridad ante COVID

Nota: La tabla anterior muestra en Nuevo modelo del distintivo ESR® empresarial 2023, elaboración propia con información de Centro Mexicano para la Filantropía, A.C. (CEMEFI) 2023, disponible en: <https://www.cemefi.org/>

Nuevo León, Estado de México, Guanajuato, Sinaloa, Sonora, Puebla, Querétaro, Chihuahua.

Por lo que respecta al desglose en cuanto al tamaño de las empresas que obtuvieron el distintivo ESR® en el año 2023, predominan las de tipo Grandes con un 46% de participación, seguida de las de tipo Pequeñas con 26%, las de tipo Medianas con 22% y por último las que se consideran Micro con una participación de 6%.

La evaluación se realiza, de manera anual, a través de convocatoria, la cual está dirigida a MiPymes y Grandes empresas, es de carácter voluntario, y representa un firme compromiso de la empresa para implementar acciones de responsabilidad social, sin embargo, las empresas, deben evitar la tentación de buscar este tipo de certificaciones y caer en greenwashing que es una práctica mercadotécnica más que de responsabilidad social, los consumidores por su parte deben informarse si realmente la empresa está comprometida y alineada con sus productos y/o servicios al cuidado medioambiental.

Referencias

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Guías descriptivas: evidencias para la obtención del Distintivo ESR®. Disponible en: <https://www.cemefi.org/guias-evidencias-ambitos-distintivo-esr/>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito ambiental. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/10/1v8-Criterio-Ambiente-Ambiental.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Derechos Laborales. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/2.1-Criterio-Social-Derechos-Laborales-C.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Asuntos de Consumidores. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/2.2-Criterio-Social-Asuntos-de-consumidores.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Participación y Comunidad. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/2.3-Criterio-Social-Participacion-activa-y-comunidad.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Desarrollo de Cadena de Valor. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/2.4-Criterio-Social-Desarrollo-de-cadena-de-valor-B.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Gestión de la Responsabilidad Social. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/3.1-Criterio-Gobernanza-Gestion-de-la-RS.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Gobernanza y prácticas justas. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/3.2-Criterio-Gobernanza-Gobernanza-y-practicas-justas.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Derechos Humanos. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/3.3-Criterio-Gobernanza-Derechos-Humanos.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Ámbito Variables Globales. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/08/4-Criterio-Global-Variabl-e-Global.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Empresas Socialmente Responsables. Disponible en: <https://www.cemefi.org/resultadosesr/>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Encuentro Latinoamericano. Disponible en: <https://www.accionsocialempresarial.com/wp-content/uploads/ESR-2023.pdf>

Centro Mexicano para la filantropía A.C. (2023). Segmentos de empresas. Disponible en: <https://www.cemefi.org/wp-content/uploads/2023/12/Segmentos-Empresas-Distintivo-ESR-Cemefi-2023.pdf>

El aprendizaje autónomo en la vida universitaria

Autonomous learning in university life

Leticia Sesento García

Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
Contacto: leticia.sesento@umich.mx

Resumen. En la actualidad los docentes tienen grandes retos con respecto a la formación académica de sus estudiantes. La sociedad actual está caracterizada, entre otras cuestiones, por una gran incertidumbre con respecto al futuro de todo sujeto. Los cambios inesperados y los giros nuevos en todos los aspectos de la vida son elementos que implican la necesaria formación permanente de los profesores para el mundo actual. Es fundamental que en la vida universitaria éstos propicien un cambio cualitativo necesario; hacer de los alumnos verdaderos estudiantes, es decir, ya no concebir al alumno como el que espera el conocimiento a través del profesor. Por el contrario, el estudiante es una noción que implica encaminarlo hacia el desarrollo de una determinada autonomía. Para lograrlo, los docentes habrán de proporcionar los elementos pedagógicos necesarios.

Palabras clave: Estudiante, autonomía, docencia, estrategias didácticas, pedagogía, vida universitaria.

Abstract. Teachers currently have great challenges with respect to the academic training of their students. Today's society is characterized, among other things, by great uncertainty regarding the future of every subject. Unexpected changes and new twists in all aspects of life are elements that imply the necessary permanent training of teachers for today's world. It is essential that in university life they promote a necessary qualitative change; to make students true students, that is, to no longer conceive of the student as the one who expects knowledge through the teacher. On the contrary, the student is a notion that implies directing him towards the development of a certain autonomy. To achieve this, teachers will have to provide the necessary pedagogical elements.

Keywords: Student, teaching, didactic strategies.

Introducción.

La idea básica de este artículo es señalar la importancia que tiene en la actualidad la formación de un sujeto autónomo, de un sujeto que sea capaz de aprender por sí mismo. Con los eventos derivados del Covid19, apareció la necesidad de establecer nuevas formas de aprendizaje y de enseñanza que ya no fueran aquellas tradicionales. El aprendizaje autónomo se desarrolló de forma inusitada empujado por la pandemia que el mundo vivió hace poco. Sin embargo, el aprendizaje autónomo se ha quedado en los esquemas educativos de todos los niveles educativos. Y ahora, muchas instituciones impulsan este tipo de formación autónoma.

Con el desarrollo de las teorías pedagógicas, como es el caso del aprendizaje colaborativo, del

constructivismo, del aprendizaje significativo, y de la pedagogía basada en competencias, los nuevos métodos de enseñanza han posibilitado una enorme transformación encaminada hacia aprendizajes donde el alumno trabaje de forma significativa y sobre todo activa. Con las teorías pedagógicas aparece la noción de *aprendizaje autónomo*, mismo que ha sido analizado por diversos estudiosos de la pedagogía, los cuales han desarrollado el concepto de autonomía a partir de diferentes aspectos como: los roles ideales del profesor y el estudiante, las relaciones entre autonomía del estudiante y la figura del docente, el aprendizaje autónomo del estudiante universitario, las características de las actividades y acciones académicas elaboradas en la vida cotidiana universitaria. Hasta hoy, las investigaciones encontradas asimilan el aprendizaje autónomo a partir de la representación de los estudiantes que

establecen la importancia del profesor en su aprendizaje y valoraciones que corresponden con la evaluación lograda en un periodo académico (Pérez de Cabrera, 2015).

La vida universitaria no es solamente lo que se vive dentro del aula de clase, e incluso dentro del propio edificio universitario, la vida universitaria implica el total de la experiencia que vive un estudiante en este periodo formativo: sus nuevos compañeros, la relación con los profesores, el Curriculum al que hay que transitar, las nuevas amistades, e incluso sus relaciones amorosas con sus pares, y la nueva sensación de sentirse universitario. En este sentido es importante definir qué es el aprendizaje autónomo. Para Escribano (1995) el aprendizaje autónomo involucra quien desea aprender y cuenta con el compromiso y la intervención intrínseca del proceso propio del aprendizaje donde el individuo instituye sus propias normas para conseguir el aprendizaje. Con relación a este concepto, el aprendizaje autónomo implica asumir la intervención y el control individual del aprendizaje.

Desarrollo

De acuerdo con De Alba (2020), las nuevas directrices para la formación de profesores se encuentran basadas en los principios de la educación permanente, en el aprendizaje basado en competencias y en la concepción de sistemas relacionadas con programas auto formativos. En relación con las estrategias e instrumentos nuevos se hace insistencia en la aplicación al aprendizaje autónomo. Todo lo anterior a partir de una perspectiva interdependiente, multidisciplinaria e integral. Es importante que los educadores se encuentren preparados para analizar, reflexionar y hacer razonamientos ante los nuevos planteamientos donde se retoma el papel del docente en la educación (UNESCO, 1994, citado en González, 1995).

La formación ha de servir a la totalidad de los sujetos, enseñando para aprender a partir de la praxis con la finalidad enseñar a otros desde dinámicas diferentes a partir de la pluralidad. El aprendizaje autónomo

Elementos del aprendizaje autónomo



Figura 1. Los elementos más importantes en el aprendizaje autónomo son la motivación, ya que el estudiante debe tener estos elementos como principal característica, el contexto corresponde tener elementos donde se piensa aplicar y resolver soluciones a problemas reales. Fuente de elaboración propia.

involucra por parte del que asimila, el compromiso y la revisión interna en el aprendizaje. Asimismo, es conocido como aprendizaje auto dirigido, por lo tanto, es un aprendizaje donde el sujeto establece sus propias normas para aprender. Este tipo de educación no es nueva, está recibiendo un gran impulso en el espacio educativo, principalmente en la educación a distancia y universitaria. La enseñanza y el aprendizaje autónomo recalca la autonomía y el progreso del sujeto. Uno de los retos de los docentes en la educación superior es motivar al estudiante a valorar la materia y aprender a cultivarse por sí mismos (González, 1995).

Es importante destacar que la enseñanza en la formación universitaria habrá que orientarla al desarrollo integral de los individuos, con las siguientes características: un desarrollo humanista, una formación para la investigación y la reflexión; aspectos que son importante para enfrentar los retos del aprendizaje universitario, venidero y actual. Aprendizaje que se orientará hacia egresados con conocimientos cooperativos y autónomos que demandarán paradigmas de enseñanza generadores de un nuevo estilo de aprender, que responda a los retos que demanda una sociedad que se encuentra en constante cambio y sobre todo a las demandas de los egresados que requieren tener

disciplina para lograr un aprendizaje autónomo.

Aprender a conducirse con independencia es uno de los objetivos finales del autoaprendizaje y la consecuencia lógica; un alto nivel de autonomía, no obstante, es un poco complicado lograr esta estimada meta. Se considera que aprendizaje autónomo es todo aquel que cuente con una serie de estrategias y técnicas para aplicar de forma adecuada un aprendizaje de una forma eficaz y eficiente. Desarrollar en el estudiante un aprendizaje autónomo se concibe enseñar a través de la mediación y la intervención del proceso de aprendizaje por parte del docente como las situaciones que se les muestren. En un principio las funciones del docente fueron: orientar, asesorar y aprovechar esquemas con los que cuenta el estudiante y en un segundo momento conseguir que el alumno se pueda desprender de los esquemas de dependencia que ya posee para que logre una perspectiva autónoma y segura sobre sus formas de enfrentar la realidad (González, 1995).

El aprendizaje autónomo es una manera de aprender a educarse para lograr los retos de la vida profesional, laboral, sociocultural y familiar, a partir del autogobierno del sujeto que desea aprender para lograr la comprensión del trabajo cooperativo e individual. Asimismo, corresponde aprender con el

otro para incrementar la comprensión creativa, inteligente, sintetizada, la actuación y el respeto hacia los demás. Esto implica desdoblarse destrezas y habilidades de aprendizaje cognitivas, socioculturales éticas, ciberculturales y contextuales. El estudiante autónomo está concebido para formar ámbitos de trabajo con la finalidad de aprender a aprender. El aprendizaje autónomo se distingue cuando se toma este asunto con una perspectiva crítica libertadora.

Para lograrlo, es importante que el estudiante cuente con esquemas previos que le permitan comprender y obtener nuevos esquemas, mismos que le admitan generar otros conocimientos conceptuales que ocupará con mayor conformidad para corresponder con la comprensión previa y lograr conceptos nuevos. De acuerdo con Barriga y Hernández (2004) para aprender de forma significativa es necesario realizar las siguientes estrategias:

- a) Procedimiento simple: palabras claves, imágenes mentales y parafraseo
- b) Procedimiento complejo: inferencias, analogías y producción de conceptos.
- c) Habilidades creativas e inventivas: razonar inductivamente, formular hipótesis.
- d) Habilidad analítica: desarrollar actitud crítica y razonar deductivamente

Los roles del estudiante autónomo exigen un alto grado de compromiso en

el desarrollo en las acciones pedagógicas; la intervención es un proceso razonado que prepara al germen para el egresado. Para Vásquez Martínez (2007), las sucesivas formas como las prácticas que diferencian al alumno autónomo son las siguientes:

- Capaz de tomar la iniciativa.
- Saber configurar un plan de trabajo realista.
- Manejar fuentes de información (y saber contrastarlas).
- Comprender informaciones y textos.
- Plantear y resolver problemas.
- Anhelar conocer cosas nuevas y profundizar en ellas.
- Transferir, extrapolar y aplicar conocimientos a situaciones nuevas.
- Reflexionar y evaluar su propio trabajo.

Sin embargo, para Pérez de Cabrera (2015) un estudiante con aprendizaje autónomo cuenta con las siguientes habilidades: se motiva a sí mismo, organiza su tiempo, estudia con distintas personas que tengan conocimientos sobre el tema, entre otras acciones.

Conclusiones

Es fundamental que el docente conozca las herramientas para desarrollar un aprendizaje autónomo en el estudiante y de suma importancia trabajar en el salón de clase con las herramientas apropiadas para que él las conozca y sepa que puede lograr un aprendizaje autónomo (Barriga y Hernández, 2004). Además, estas herramientas van a servir para el desarrollo de su vida profesional, social, cultural y familiar.

El aprendizaje autónomo implica un cambio metodológico que requiere un mayor nivel de constancia, compromiso en estudiantes y docentes. Es importante enfatizar que el nuevo rol del docente para lograr un aprendizaje autónomo corresponde dejar de lado las clases donde él era protagonista de los conocimientos, para lo cual, es esencial lograr un papel flexible en la vida cotidiana universitaria.

Las experiencias vividas en las aulas muestran estudiantes cuyo nivel de conocimientos teóricos ha disminuido considerablemente respecto a décadas anteriores, y no hablemos ya de su

habilidad para gestionar, analizar, sintetizar y transferir información, o de su capacidad para transformar dicha información en conocimiento científico o didáctico. Llama la atención una actitud pasiva y acomodada, típica de una sociedad hedonista, donde se busca el máximo disfrute y el mínimo esfuerzo (Lipovetsky, 2007). Este tipo de connotaciones y características actuales son elementos que no propician una actitud responsable y autónoma en la construcción del aprendizaje de los estudiantes.

Partiendo de esta base, se pretende introducir al estudiante a un sistema en el que se le exija la responsabilidad en su propio aprendizaje, gestionando su tiempo y recursos para adquirir una formación acorde a las nuevas demandas sociales y profesionales, donde la capacidad para buscar, seleccionar, analizar y utilizar críticamente el conocimiento ocupe un lugar destacado. Además, una formación enfocada a la adquisición de competencias autónomas requiere un aprendizaje significativo y profundo, que incluye el desarrollo de habilidades y actitudes. Este propósito ha de llevarse a cabo dentro de un contexto áulico adecuado, con una serie de estrategias didácticas permanente de parte del profesorado. Es la actitud estimulante y decidida de los docentes quienes pueden lograr la constitución de un estudiante autónomo y responsable de su propio aprendizaje (Morín, 2008).

Es el docente mismo el que puede desarrollar la potencialidad de un estudiante para que éste llegue a manifestar las características de un sujeto autónomo. Lograr un aprendizaje con estas características es una cuestión que, si no se ha desarrollado desde las instancias de la familia, la escuela, a través de la buena acción de profesores comprometidos, puede lograr este ideal de estudiante. Desde luego que no es una cuestión fácil, por el contrario, los docentes tendrán que luchar con una serie de inercias que los estudiantes ya traen en sus cursos anteriores. Romper un esquema de alumno pasivo a estudiante activo, autónomo, libre, responsable de su conocimiento es una tarea compleja, pero que se puede lograr cuando se plantea como una acción necesaria y loable. El docente universitario sigue teniendo un papel protagónico en los logros académicos de

cada uno de sus estudiantes, por lo tanto, debe estar consciente de su papel o función universitaria que es lo fundamental al intentar conseguir una meta o propósito en la construcción de un estudiante autónomo constructor de su propio conocimiento (Sacristán, 2013).

Referencias

- Ausubel, David Paul. (1986). *El Aprendizaje significativo*. 3ª. Edición. Editorial Trillas, México.
- Barriga Arceo, Frida Díaz y Hernández Rojas, Gerardo, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Una interpretación constructivista. (2004). 2ª. Edición. McGraw-Hill Editores S.A de C. V. Universidad Nacional Autónoma de México.
- De Alba, Fernández Nicolás y Rafael Porlán. (2020) *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica*. 1ª. Edición. Editorial Morata. Madrid España.
- Escribano, González Alicia. (1995). *Aprendizaje cooperativo y autónomo en la enseñanza universitaria*. Universidad de la Castilla-La Mancha. Escuela Universitaria de Formación del Profesorado. Ediciones de la Universidad de Salamanca.
- Llatas Altamirano, L. J. (2016). *Programa Educativo para el Aprendizaje Autónomo basado en Estrategias didácticas fundamentadas en el uso de las tecnologías y comunicación*. La investigación formativa de los estudiantes del primer ciclo de la USAT.
- Lieury, Alain y Fabien Fenouillet. (2006). *Motivación y éxito escolar*. 1ª. Edición; Editorial Fondo de Cultura económica. México.
- Lipovetsky, Gilles. (2007). *El imperio de lo efímero*. 7ª. ed. Barcelona. Anagrama. 2000.
- Morín, Edgar. (2008). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Ed. Siglo XXI, México.
- Pérez de Cabrera, Lorena Beatriz. (2015). *El rol del docente en el aprendizaje autónomo: la perspectiva del estudiante y la relación con su rendimiento académica*. Editorial Universidad Don Bosco. Año 7 Número 11.
- Pozo, Juan Ignacio y M. del Puy Pérez Echeverría (Coordinadores). (2009). *Psicología del aprendizaje universitario; la formación en competencias*. Ediciones Morata. Madrid.
- Sacristán, J. Gimeno. *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* 1ª. Edición. Madrid; Editorial Morata. 2013.
- Vásquez, Martínez Claudio Rafael. (2007). *La deserción estudiantil en educación superior a distancia: perspectiva teórica y factores de incidencia*. Revista Latinoamericana de estudios Educativos. Volumen XXXVII, 3º. Y 4º. Trimestres. Universidad de Guadalajara.
- Zabalza, B. Miguel Ángel. (2003). *Competencias docentes del profesorado*. 1ª. Edición. Madrid: Narcea, S.A. De Ediciones.

Introducción

La comprensión y desarrollo del talento humano se despliegan en diversos enfoques y perspectivas, los cuales adquieren relevancia al considerar su impacto en la sociedad, las familias y las organizaciones, como señala Aguilar-Esteva (2018). Este artículo aborda una reflexión crucial para las generaciones actuales: ¿Por qué es imperativo potenciar el talento humano para la plena integración de las nuevas generaciones en la sociedad del conocimiento? ¿Cuáles son los desafíos que la denominada generación de cristal enfrenta para ser parte activa de esta sociedad del conocimiento?

En aras de responder a estas interrogantes, este análisis se orienta hacia metas específicas: en primer lugar, definir el talento humano desde la perspectiva de la *sociedad del conocimiento*; en segundo lugar, comprender las distintas concepciones y planteamientos que rodean las características atribuidas a la generación de cristal; en tercer lugar, explorar los desafíos que esta generación debe afrontar en su camino hacia una plena participación en la *sociedad del conocimiento*; y, finalmente, delinear las dinámicas de la educación, la sociedad y las organizaciones en el contexto del siglo XXI. Este abordaje integral busca arrojar luz sobre la interconexión crítica entre el talento humano y las exigencias de una sociedad que tiene la necesidad como lo considera Olive (2005) fortalecer la "cultura científica y tecnológica" para transitar de una sociedad de la información hacia una sociedad impulsada por la gestión del talento humano.

Desarrollo

En el contexto de la *sociedad del conocimiento*, el talento humano emerge como la fuerza motriz que guía las acciones individuales hacia la mejora de las condiciones de vida y la resolución de problemas sociales. Este concepto, delineado por Tobón (2018), a través de elementos como el análisis crítico, análisis sistémico, metacognición y creatividad, plantea un desafío crucial para las nuevas generaciones: ¿Cómo pueden contribuir al desarrollo social sostenible desde la *sociedad del conocimiento*, manteniendo un proyecto ético de vida que influya

La generación de cristal frente a la sociedad del conocimiento en el siglo XXI

The glass generation facing the knowledge society in the 21st century

Benjamín Gómez Ramos e Isaías de Jesús Díaz Maldonado

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Morelia.
Facultad de Salud Pública y Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Mich., México.

Contacto: isaias.diaz@umich.mx

Resumen. En el siglo XXI, los jóvenes se distinguen por su fragilidad, vulnerabilidad y escasa tolerancia a la frustración. La pandemia del SARS-CoV-2 (Covid-19), ha sido un catalizador que ha dado origen a una sociedad emergente, inmersa en escenarios en línea, donde el contacto humano ha sido reemplazado por interfaces digitales, transformando de manera significativa la percepción del mundo. Esta nueva realidad ha situado a la llamada "generación de cristal" en un entorno digital, alejada de las convenciones de la vida y experimentando una creciente frustración debido a las expectativas generadas por la exposición a las redes y al mundo digital. Estos jóvenes se caracterizan por manifestar una personalidad que puede describirse como "inestable" o "insegura". En consecuencia, el desarrollo del talento humano se presenta como una herramienta fundamental para fomentar el crecimiento de capacidades y habilidades cognitivas dentro del contexto de la sociedad del conocimiento. La orientación hacia la mejora de estas aptitudes no solo contribuirá a optimizar las condiciones de vida, sino también a abordar los desafíos que plantea el entorno social actual. En este sentido, es esencial considerar la integración de valores universales y la adopción de un proyecto ético de vida como elementos fundamentales en el proceso de desarrollo de la juventud. Al hacerlo, se podrá cultivar una generación más resiliente y preparada para afrontar los retos de la sociedad contemporánea. Este enfoque no solo beneficiará a nivel individual, sino que también tendrá un impacto positivo en la construcción de comunidades más sólidas y cohesionadas.

Palabras clave. contexto social, competencias, educación, generación de cristal, sociedad del conocimiento, talento humano.

Abstract. In the 21st century, young people are distinguished by their fragility, vulnerability and low tolerance for frustration. The SARS-CoV-2 (Covid-19) pandemic has been a catalyst that has given rise to an emerging society, immersed in online scenarios, where human contact has been replaced by digital interfaces, significantly transforming perception. . of the world. This new reality has placed the so-called "glass generation" in a digital environment, far from the conventions of life and experiencing growing frustration due to the expectations generated by exposure to networks and the digital world. These young people are characterized by manifesting a personality that can be described as "unstable" or "insecure." Consequently, the development of human talent is presented as a fundamental tool to promote the growth of cognitive capabilities and abilities within the context of the knowledge society. Focusing on improving these skills will not only help optimize living conditions, but also address the challenges posed by the current social environment. In this sense, it is essential to consider the integration of universal values and the adoption of an ethical life project as fundamental elements in the youth development process. By doing so, we can cultivate a generation that is more resilient and prepared to face the challenges of contemporary society. This approach will not only benefit individuals, but will also have a positive impact on building stronger and more cohesive communities.

Keywords: social context, skills, education, crystal generation, knowledge society, human talent

positiva o negativamente en el rumbo de las acciones?

La gestión del talento humano, según la definición de Cárdenas e Herrera

(2019), va más allá de la productividad, implicando la formación continua para resolver problemas en el ámbito del desarrollo social sostenible con un

enfoque ético y compromiso social. Barreras (2020) refuerza este punto, resaltando la importancia de la formación continua del talento en todos los sectores sociales para abordar los desafíos que surgen en la *sociedad del conocimiento*.

Desde la óptica de Tobón et al. (2015), la *sociedad del conocimiento* se concibe como un conjunto de comunidades que gestionan, co-crean, socializan y aplican saberes para abordar problemáticas globales y locales. Sin embargo, la pandemia de SARS-CoV-2 (Covid-19), como describe Alemán (2022), ha generado una transformación significativa, dando lugar a una nueva generación de individuos inmersos en escenarios virtuales y relaciones online, conocida como la "generación de cristal".



Figura 1. inestabilidades emocionales y baja tolerancia a la frustración, caracterizan a esta generación que requiere una atención especial en términos educativos y sociales. Fuente: <https://acortar.link/yd4vNz>

Esta generación, nacida entre 1995 y 2000, se caracteriza por su dualidad de transparencia/fragilidad emocional, siendo nativos digitales, influencers y enfrentando desafíos particulares relacionados con la salud emocional.

La "generación de cristal" refleja, según Velásquez et al. (2021), la vida online de los jóvenes, marcada por múltiples personalidades que los alejan de la realidad y los sumergen en la búsqueda constante de validación en las redes sociales (Fig. 1). Esta generación, aunque heredera de mejores condiciones de vida, presenta inestabilidades emocionales y baja tolerancia a la frustración, lo que requiere una atención

especial en términos educativos y sociales.

Los desafíos para la "generación de cristal", según Sur (2017), parecen provenir más del entorno que de su propia capacidad de enfrentarlos. Aunque los avances tecnológicos y la *sociedad del conocimiento* han redefinido las formas de comunicación y percepción del mundo, estos jóvenes parecen estar cada vez más vulnerables, enfrentando retos desconcertantes.

D.A.M. Sur (2017) destaca la fragilidad, vulnerabilidad y baja tolerancia a la frustración de los jóvenes del siglo XXI, caracterizándolos como astutos, hábiles, inteligentes, pero también propensos a la indolencia y a la

frustración. Este escenario plantea un desafío educativo urgente, exigiendo ajustes estructurales en las instituciones educativas para abordar los cuatro pilares de la educación, que Delors (2003) refiere a la UNESCO: "*aprender a conocer*" para profundizar los conocimientos; "*aprender a hacer*" que capacite al individuo con competencias; "*aprender a vivir juntos*" que le permita desarrollar formas de interdependencia para realizar proyectos comunes y el "*aprender a ser*" para desarrollar una capacidad de juicio, autonomía y personalidad propia.

Para Delors (2003) los cuatro pilares de la educación permiten comprender el entorno en el que viven los jóvenes,

fomentar la curiosidad, lograr la autonomía y tener un sentido crítico para comprender la realidad y en su momento cambiarla para el bien común; Así mismo considera que los cuatro pilares de la educación son interdependientes y forman un único aprendizaje que permite a los jóvenes discernir, actuar y evaluar de una manera amplia e integral y por lo tanto deber convertirse en guías de las acciones de los profesores en el sistema educativo y principalmente para enfrentar los retos de la generación de cristal.

Aunque la *sociedad del conocimiento* ha experimentado un auge gracias a las tecnologías, las perspectivas actuales recalcan la importancia del humanismo en la educación. Las instituciones deben aprovecharla como una oportunidad para crear las condiciones adecuadas de aprendizaje, fortaleciendo las habilidades necesarias para que la generación de cristal enfrente los retos actuales y mejore su entorno inmediato.

Pero como lo plantea Olive (2005) aunque en México se ha incrementado su aceptación, debe desarrollarse el proyecto nacional de educación, que incluya mecanismos de participación de los diferentes sectores sociales, pero el acelerado desarrollo científico y tecnológico ha dado lugar élites que se han apropiado del conocimiento y entonces nos encontramos con un conflicto para transitar hacia la sociedad del conocimiento por los diferentes intereses, valores y cosmovisiones de los pueblos y culturas en nuestro país, particularmente la globalización, la tendencia de una homogenización cultural, realizar transformaciones en la educación, economía, ciencia y tecnología hacen necesario discutir políticas en ciencia y tecnología.

En el marco de la *sociedad del conocimiento* y como conclusión, se destaca la imperiosa relevancia de la gestión y desarrollo del talento humano como determinante clave para mejorar las condiciones de vida y abordar los problemas sociales. La capacitación en habilidades cognitivas, la estimulación de la creatividad, y la aplicación de análisis crítico, según lo señalado por Tobón (2018), se erigen como componentes esenciales para afrontar los desafíos y contribuir al progreso social sostenible.

Uno de los más grandes desafíos que enfrenta el mundo es la educación,

debido a que las nuevas tecnologías y la cultura promueven formas alejadas del bien común, a la desconfianza en las instituciones, carencia de valores, el deterioro social, que obligan indica Sur (2017) a que los jóvenes no encuentren su identidad y carecen de valores que le impiden darle sentido a la vida. Por tanto, se debe rescatar mediante estrategias que derriben las barreras que dificultan la formación integral, sustentada en un sistema ético para determinar principios de acción y decisiones para transformar el mundo.

Por otro lado, la generación de cristal, como lo indica Ledezma (s(f)) se utiliza para referirse a los jóvenes nacidos a partir del año 2000, y han sido identificados con más apego a la tecnología, no es claro por qué se cree esto, si la tecnología ha llegado a mayor población no solo los jóvenes, pero se ha presentado como un fenómeno sociocultural que refleja la transformación acelerada pos-pandemia de SARS COV-2 (Covid-19). Inmersa en un entorno digital, esta generación se caracteriza por una fragilidad emocional, una dualidad transparencia/fragilidad, y una disminuida tolerancia a la frustración. Estos atributos delimitan desafíos particulares vinculados a la salud emocional, la búsqueda de validación en redes sociales y una desconexión perceptible con la realidad, planteado por diversos autores (Aleman, 2022; Velásquez et al., 2021; De Mora, 2021).

La nueva dinámica pos-pandemia ha generado un "híbrido tecnológico", redefiniendo las interacciones humanas y creando una generación de jóvenes más sensibles, pero también más propensos a la frustración. Los jóvenes contemporáneos de la generación de cristal se han caracterizado por ser tan astutos, hábiles, inteligentes y a los mismos tan imprudentes, rebeldes, indolentes, inquietos y sorprendentes. Sin embargo, también los caracteriza su fragilidad, vulnerabilidad y su poca tolerancia a la frustración y al fracaso.

En este contexto, surge la necesidad apremiante de ajustes estructurales y reformas en las escuelas y las instituciones educativas, como sugiere Sur (2017), para abordar tanto los cuatro ejes de la educación y al mismo tiempo considerar la fragilidad emocional y la necesidad de nuevas modalidades de adquisición de conocimiento.

A pesar de los notables avances tecnológicos, la corriente actual apunta hacia un retorno al humanismo como un componente esencial de la educación en *la sociedad del conocimiento*. Este enfoque implica no solo el fortalecimiento de habilidades cognitivas, sino también la atención cuidadosa a aspectos emocionales y éticos en la formación de los individuos. Así pues, se deben brindar oportunidades para crear condiciones propicias de aprendizaje y fortalecer habilidades que permitan a la generación de cristal enfrentar los desafíos actuales. La integración efectiva de la tecnología con un enfoque humanista podría ser la clave para su éxito en un entorno cada vez más orientado por el conocimiento.

Se ha explorado meticulosamente el papel central que desempeña *la sociedad del conocimiento* en la reconfiguración de la realidad, particularmente en el contexto del desarrollo del talento humano, destacando con especial énfasis la generación de cristal.

Conclusión

Esta reflexión fundamenta lo siguiente. Primordialmente, se establece que *la sociedad del conocimiento* funge como un agente catalizador esencial para la transformación social. Este paradigma busca, de manera primordial, que los jóvenes de la generación de cristal adquieran no solo habilidades técnicas y cognitivas, sino también destrezas emocionales y éticas que les faculten abordar los desafíos contemporáneos con un enfoque que privilegie el bien común sobre intereses individuales. Esta transformación se postula como fundamental para que la educación, la ciencia y la tecnología desempeñen roles significativos en la forja de un bienestar colectivo.

Desde una perspectiva educativa, se destaca la necesidad de un cambio sustancial en el sector. La sociedad del conocimiento debe impulsar una gestión del talento humano que no solo se centre en habilidades técnicas, sino que también incida en la formación integral de los jóvenes, nutriendo su capacidad de impactar socialmente de manera inclusiva y equitativa. En este sentido, los 4 ejes de la educación emergen como aspectos fundamentales que definirán la actuación de las nuevas generaciones en un mundo caracterizado por su complejidad y cambio constante.

Por lo que existe la imperativa necesidad de reconfigurar paradigmas heredados como lo definen Gil-Velázquez (2020) donde el 'aprendizaje' es el resultado del proceso de estímulo-respuesta y de transmisión del docente sobre el alumno, que han limitado la adaptación efectiva de la generación de cristal en *la sociedad del conocimiento*. Se enfatiza que en el siglo XXI el aprendizaje debe entenderse como el resultado de la construcción activa del sujeto para el desarrollo del talento humano, facilitado por las instituciones educativas en el nivel superior como la UNAM, UAM, POLITECNICO y así desencadenar una transformación significativa al aprovechar las características únicas y la sensibilidad inherente de esta generación. Asimismo, se propone que estrategias didácticas basadas en proyectos formativos son esenciales para canalizar y desarrollar el talento de la generación de cristal para ajustarse a los cambios actuales en la educación, por lo que es urgente que las estrategias de enseñanza-aprendizaje no solo busquen cumplir con esta necesidad, sino también se encaminen en forjar profesionales capaces de resolver los desafíos complejos que caracterizan al siglo XXI.

La educación, como entidad dinámica y sensible a los cambios contextuales, debe establecer una conexión continua con los problemas que impactan la vida personal y familiar. Este enfoque colaborativo, guiado por la gestión del talento humano, representa una vía hacia la superación de desafíos sociales, como la violencia y la falta de sentido común. En síntesis, este artículo aboga por una educación que no solo se adapte a las circunstancias cambiantes, sino que también sea proactiva en impulsar la resolución de problemas y el desarrollo positivo en el marco de la sociedad del conocimiento.

Referencias

- Aguilar-Esteva, V. (2018, octubre). Gestión del talento hacia los retos de la sociedad del conocimiento desde la socioformación. En S. R. Herrera-Meza (Moderador), *III Congreso de Investigación en Gestión del Talento Humano (CIGETH-2018)*. Congreso conducido por el Centro Universitario CIFE, Cuernavaca, México (www.cife.edu.mx).
- Aleman, J. A. (2022). Las sociedades de cristal: retos en la intervención desde el trabajo social, notas para su reflexión y debate. *OIDLES: Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía*

Social, 16(33), 1-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9079807>

Barreras, I. Z. (2020). La gestión del talento humano: Una necesidad para el desarrollo de las organizaciones. *Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 7(14), 21-42. <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/208>

Cárdenas, I., & Herrera, S. R. (2019). Socioformación y Gestión del Talento Humano para el desarrollo social sostenible en la sociedad del conocimiento. *Ecociencia International Journal*, 1(1), 78-85. https://www.researchgate.net/profile/Severo-Ignacio-Cardenas/publication/338282008_Socioformacion_y_Gestion_del_Talento_Humano_para_el_Desarrollo_Social_Sostenible_en_la_Sociedad_de_l_Conocimiento_Title_Socioformation_and_Human_Talent_Management_for_the_Sustainable_Social_Development/links/5e0ba79192851c8364a913e4/Socioformacion-y-Gestion-del-Talento-Humano-para-el-Desarrollo-Social-Sostenible-en-la-Sociedad-del-Conocimiento-Title-Socioformation-and-Human-Talent-Management-for-the-Sustainable-Social-Development.pdf

De Mora, J. D. (2021). Desafíos, aspiraciones y compromisos de la Generación Cristal. Un análisis

desde la Política Sectorial como elemento de la Gobernabilidad Educativa. *RIIG-Revista Internacional de Investigación en Gobernabilidad*, 1(2), 148-159. <http://revistas.posgradocolumbia.edu.py/index.php/riig/article/view/39>

Delors, J. (2013). Los cuatro pilares de la educación. *Galileo*, (23). <http://dspace.uccuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30016/1/169-619-1-PB.pdf>

Gil-Velázquez, C. L. (2020). Los paradigmas en la educación El aprendizaje cognitivo. *Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 1*, 2(4), 19-22. <https://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/58/EINuevoParadigma%20de%20la%20Educaci%C3%B3n%20para%20el%20siglo%20XXI.pdf?sequence=1>

Ledezma, M. D. C. S. (s/f) Características de la Generación de cristal, y su efecto en el ámbito laboral. https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Salinas-3/publication/379669658_Caracteristicas_de_la_Generacion_de_cristal_y_su_efecto_en_el_ambito_laboral-/links/6614e56a66ba7e2359b7bd10/Caracteristicas-de-la-Generacion-de-cristal-y-su-efecto-en-el-ambito-laboral.pdf

Olivé, L. (2005). La cultura científica y tecnológica en

el tránsito a la sociedad del conocimiento. *Revista de la educación superior*, 34(136), 49-63. <https://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v34n136/0185-2760-resu-34-136-49.pdf>

Sur, D.A.M. (2017) Enseñando a vivir a la generación de cristal. *Revista Digital de Investigación Lasaliana_Renue* numérico de Recherche lasalienne-Digital Journal of Lsalian Research 14, 82.97 recuperado de <http://revistasaliana.delasalle.edu.lmx/ojs/index.php/lasaliana/article/view/13/13>

Tobón, S. (2018, octubre). Desarrollo del pensamiento complejo. En S. R. Herrera-Meza (Moderador), *III Congreso de Investigación en Gestión del Talento Humano (CIGETH-2018)*. Congreso conducido por el Centro Universitario CIFE, Cuernavaca, México (www.cife.edu.mx).

Tobón, S. T., Torres, S. C., Ramos, J. B. V., & Loya, J. L. (2015). Proyectos formativos y desarrollo del talento humano para la sociedad del conocimiento. *Acción pedagógica*, 24(1), 20-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6224808>

Velásquez, D., di Giordi, L. H., Duarte, N., & Gómez, H. A. (2021). La generación de cristal evolución y desadaptación. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/41366>

• Enviado: febrero 16, 2024 • Aceptado: julio 04, 2024

Desafíos y reflexiones: entrevistas a personas migrantes en tránsito en la frontera Norte de México

Challenges and reflections: interviews with migrants in transit on Mexico's northern border

Valle-Orduño, Jesús Alfredo¹ – Mercado-Ibarra, Santa Magdalena¹, Rivera-Heredia, Maria Elena²

¹Instituto Tecnológico de Sonora.

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Resumen. Las personas migrantes en tránsito por México son propensas a vivir muchas adversidades desde que salen de sus lugares de origen hacia los Estados Unidos. Cada experiencia depende en alguna medida de su estatus migratorio, y de ellas se desprenden vivencias de todo tipo. En este sentido, dado que es una población que pudo haber sufrido violencia antes o durante su migración, los encontramos con una actitud de resistencia a proporcionar información, por lo que se desprenden una serie de reflexiones que se generaron como resultado del trabajo de campo en instancias de apoyo social en el Estado de Sonora, que parte de una investigación en proceso de personas migrantes en tránsito de origen centroamericano y mexicano.

Palabras clave. Dificultades, entrevistas, migrantes en tránsito.

Abstract. Migrants in transit through Mexico are prone to experience many misfortunes since they leave their countries of origin for the United States. Each experience depends to some extent on their immigration status, and all kinds of experiences arise from them. In this sense, given that it is a population that may have suffered violence before or during its migration, we find them with an attitude of resistance to providing information, which is why a series of reflections emerge that were generated as a result of the field work in instances of social support in the State of Sonora, which is based on an ongoing investigation of migrants in transit of Central American and Mexican origin.

Keywords: Difficulties, interviews, migrants in transit.

Introducción

Para contextualizar el escenario, los procesos de movilidad que se le presentan actualmente en el Estado de Sonora son la migración interna jornalera, la migración forzada de personas extranjeras que desean llegar a EUA a solicitar asilo, el desplazamiento forzado de personas y familias mexicanas que también buscan refugio, así como población deportada y retornada (Constanza, 2021).

Las entrevistas tuvieron el propósito de analizar la relación que tenían los recursos psicológicos, los tipos de afrontamiento y la discriminación percibida de las personas migrantes en tránsito en la frontera norte de México, debido a la falta de literatura en esta población en específico sobre los elementos cognitivos, emocionales, instrumentales, sociales y materiales que les dan poder a las personas para afrontar las situaciones difíciles; de esta forma es en el recorrido donde más actividad tienen, fundamentalmente para engrandecer cualidades resilientes (Rivera-Heredia et al., 2023).

En este sentido, los beneficios de realizar estas entrevistas nos permitieron acceder de primera mano, profundizar en el entendimiento de sus percepciones ante la interacción con la sociedad y las distintas autoridades, las



Figura 1. Ubicación geográfica del Estado de Sonora en la República Mexicana
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

emociones derivadas de ello, así como los recursos que implementaban al afrontar la discriminación, ya que es uno de los grupos mayormente discriminados al transitar por México según el Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación [CONAPRED] (2017).

Los orígenes de estas personas provenían de El Salvador, Honduras, Guatemala y Venezuela, con respecto a los de origen mexicano/a, provenían de los estados de Guerrero, Veracruz, Chiapas y Zacatecas. Cada una de las personas entrevistadas mencionó tener distintas razones para tomar la decisión de mudarse a otro lugar. Para ilustrar, la figura 2 ayudará a visualizar desde un nivel macro sistémico a un nivel micro,

Aunado a las razones anteriormente mencionadas, hubo dificultades obtener sus respuestas. Las diferentes características como el estatus migratorio, pareciera que influye en que las personas en movilidad participen en las entrevistas. En este sentido, conviene explicar brevemente la situación migratoria de las personas en tránsito y que experiencias se desprenden de este estatus.

Por ejemplo: *Los migrantes en tránsito regularizados*, tienen protección legal

contra la detención y deportación y es probable que enfrenten menos obstáculos y demoras en controles fronterizos y trámites migratorios, lo que brinda mayor seguridad y estabilidad durante el viaje. Además, en algunos casos, el estatus migratorio regularizado puede facilitar la reunificación familiar, generar conexiones sociales y facilitar la solicitud de asilo en determinados países como Estados Unidos.

Los migrantes en tránsito irregulares: son aquellos que se han movido a través de una frontera internacional y que no está autorizada/o para entrar o

permanecer en un estado de conformidad con la Ley de ese lugar. Tienen más probabilidades de vivir viajes peligrosos debido a que usan mayormente el tren como transporte, mismo que es vigilado por el crimen organizado, los coyotes y guías que les cobran “cuota” y pasan más tiempo en tránsito y en condiciones más precarias que aquellos que pueden pagarse un transporte más rápido y más seguro hacia su destino (Araluce & Arias, 2017; Organización Internacional para las Migraciones, [OIM] 2021).

Algunas organizaciones que se encargan de ayudar a las personas migrantes, mencionan que el incremento de crímenes en contra de estas personas, se debe a que se ven obligadas a transitar por rutas ocultas gracias a las políticas de control migratorio, persecuciones, redadas y detenciones del Instituto Nacional de Migración [INM] lo que las exponen a más violencia y los obligan a mantenerse en clandestinidad, sometiéndolos a alta vulnerabilidad y discriminación que les dificulta pedir ayuda (Red de Documentación de las Organizaciones Defensoras de Migrantes [REDODEM], 2014).

Bajo esta óptica, la tarea de entrevistar migrantes en tránsito ya sea que se encuentren en situación regular o irregular, conlleva desafíos significativos para los profesionales encargados de recopilar sus testimonios debido a lo anteriormente dicho. Estos individuos, inmersos en experiencias marcadas por factores, políticos,

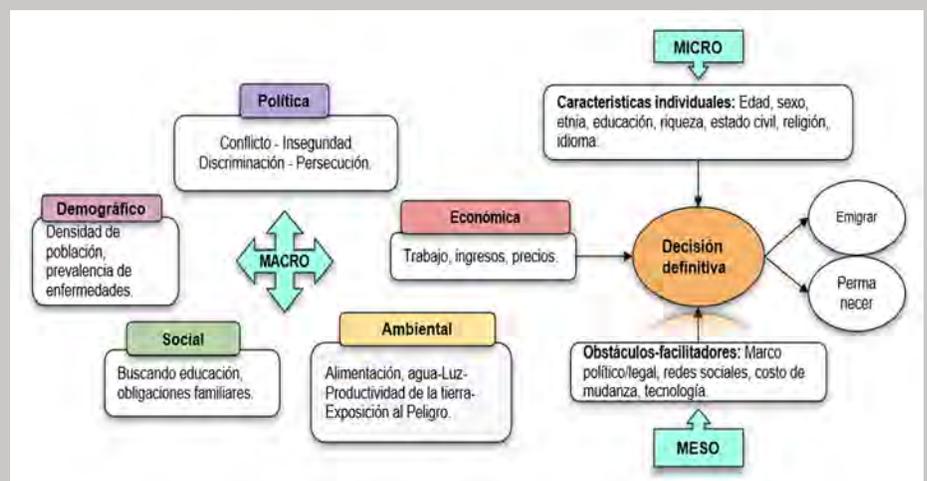


Figura 2. Factores que influyen en la decisión de migrar o permanecer.

Nota: Los participantes en estas entrevistas afirmaron migrar mayormente por motivos políticos, seguidos de motivos económicos y sociales. Fuente: Adaptado de Government Office for Sciences (2021).

sociales y económicos, a menudo enfrentan barreras que complican el proceso de obtener información precisa y completa. En este sentido, se desprenden una serie de reflexiones que han surgido de esta experiencia profesional.

Reflexiones

En específico, las entrevistas fueron llevadas a cabo en la frontera del Estado de Sonora en instancias de apoyo social que recibe a personas migrantes centroamericanas y mexicanas. Las entrevistas tenían la intención de conocer aspectos relacionados con su experiencia de tránsito, junto con la aplicación de instrumentos de medición psicológica de los recursos psicológicos, el afrontamiento y la discriminación percibida. Se les solicitaba respetuosamente si querían participar y se les explicaba brevemente un consentimiento informado y el objetivo.

Muchos de ellos se negaban, inclusive algunos no permitían explicar en qué consistía la actividad, algunos de los cuales presentaban una actitud callada y pensativa; hubo otras personas que estaban más dispuestas a participar, pero siempre con cierta resistencia o dudas. Las razones que comentaban eran por el temor de ser identificados, localizados y deportados o sufrir alguna represalia en su contra. A raíz de ese fenómeno, se desprendieron una serie de suposiciones que dificultan la recolección de datos en el trabajo de campo:

Aquellos en situación irregular, les preocupa ser discriminados, detenidos o deportados, lo que puede llevar a tener reticencia a proporcionar información

No desean compartir por temor a experimentar angustia emocional al recordar y relatar sus experiencias.

Muchas personas huyen de la violencia de sus países y del abuso de autoridad durante el tránsito, lo que puede tenerlas en un estado híper alerta y ubicar al entrevistador como una amenaza -algunas personas pueden estar escapando de sus obligaciones familiares, incluso de las autoridades-.

El entorno del albergue puede afectar la privacidad, además de tener tiempo limitado.

año 14, No. 24 julio-diciembre del 2024



Fig. 3. Migrantes en tránsito regularizados. Fuente: Agencia Reforma (2019).

Pese a las dificultades, algunos migrantes mostraron disposición después de hacerles saber el objetivo y explicitar que podían permanecer tranquilos/as, y al escuchar frases como las mencionadas fue cuando algunos ampliaron sus respuestas compartiendo sus experiencias de cómo algunos cruzaron la selva del Darién en Panamá, otros acerca de cómo miraban a familias enteras arriba del tren sufriendo fríos extremos; otros hablaban acerca de cómo las autoridades migratorias mexicanas los extorsionaban, discriminaban y violaban sus derechos humanos, así como aquellos con menos suerte, que fueron secuestrados o asaltados por criminales, y aspectos positivos como conocer personas, costumbres, comidas y lugares nuevos. Fue hasta que creamos un ambiente de seguridad que se pudo cruzar esta barrera.

Conclusiones

Entrevistar a las personas en tránsito ofrece una oportunidad invaluable para obtener una comprensión más profunda de como la discriminación que perciben afecta a estas personas y como utilizan diversos recursos psicológicos y estilos de afrontamiento para manejar la situación. Además, las entrevistas aportan una dimensión humana a la investigación, permitiendo que las

historias de las personas migrantes en tránsito sean divulgadas. Esto no solo enriquece el estudio, sino que también puede tener un impacto positivo en la sensibilización y comprensión del público y los responsables de políticas públicas.

Sin embargo, es comprensible que adopten una actitud de desconfianza, pues como se relató anteriormente, los migrantes en tránsito pueden haber experimentado situaciones de violencia o persecución, generando un profundo nivel de desconfianza hacia las figuras de autoridad. Así mismo se puede adjudicar el rechazo experimentado a la fatiga emocional por las experiencias pasadas en sus países de origen y de tránsito, además del estigma cultural o social de su situación migratoria en estado irregular. Las personas entienden o dan por sentado que no son bienvenidas en otro estado de la república o país debido a que no pertenecen ahí o solo van de paso y por eso toman una actitud de clandestinidad y anonimato para sentirse tranquilos y seguros.

Para los profesionales de la psicología investigadores en esta área, nos enfrentamos a la susceptibilidad y temor de personas que buscan una mejor vida. Es esencial que los profesionales se acerquen de manera



Fig. 4. Migrantes en tránsito irregulares. Fuente: Fotografía propia en Sonora.

sensible y respetuosa (American Psychiatric Association [APA]. (2014). La construcción de confianza y un entorno seguro son fundamentales para facilitar la participación en este tipo de trabajos. En síntesis, estas aristas que están fuera del control inclusive del gobierno, para el investigador que busca dar voz a las personas migrantes, revela las complejidades invisibles que enfrentan aquellos que buscan comprender y contar sus historias.

Referencias

Agencia Reforma (2019). EEUU ya retornó a México 112 solicitantes de asilo como parte del programa lanzado por la administración Trump para que los solicitantes de asilo en EEUU esperen su proceso en territorio mexicanos. Recuperado de: <https://www.statesman.com/story/noticias/2019/02/25/estados-unidos-ha-retornado-mexico-112-solicitantes-de-asilo/2984590002/>

American Psychiatric Association [APA]. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-5 (5a. ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana

Araluce, O. A., & Arias, A. G. (2017). La condición de vulnerabilidad de los migrantes en tránsito por la ruta del Occidente de México. Una propuesta de categorización. *Carta Económica Regional*, 120, 67-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7951061>

Consejo Nacional para Prevenir y Erradicar la Discriminación [CONAPRED]. (2017). *Migración México-Estados Unidos*. Obtenido en abril 16, 2023, recuperado de: http://www.conapred.org.mx/userfiles/files/FichaTematica_Migrantes_EU.pdf

Constanza, N. (2021). Las experiencias de jóvenes migrantes mexicanos en el estado de So. *#Jóvenesymigración El reto de converger: Agendas de investigación, políticas y participación.*, 207-233. <http://sij.unam.mx/documentos/upload/2022114163521.pdf>

Government Office for Science (2021). Foresight migration and global environmental change (2011). Final project report of the Government Office for Science. London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf

Organización Internacional para las Migraciones [OIM]. (2021). Migración y migrantes: Características y novedades regionales. En: Informe sobre las Migraciones en el Mundo 2022. M. McAuliffe & A. Triandafyllidou, eds. OIM, Ginebra.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Sonora. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=26#collapse-Resumen>

Red de Documentación de las Organizaciones Defensoras de Migrantes [REDODEM] (2014), *Migrantes invisibles, violencia tangible*. México, D.F., Disponible en http://fm4pasolibre.org/pdfs/informe_migrantes_invisibles_redodem2015.pdf

• Enviado: agosto 31, 2024 • Aceptado: noviembre 11, 2024

Durante los últimos años, en las redes sociales ha surgido un término bastante famoso denominado “estoicismo”. Este concepto se ha utilizado para tratar de responder de forma simplificada, pero atractiva, a cuestiones que nos preocupan en la actualidad, por ejemplo: cómo gestionar nuestras relaciones sin complicarlas, cómo alcanzar el éxito profesional o cómo afrontar una vida llena de dificultades y sufrimientos sin que éstos nos derrumben, entre muchas otras. Sin embargo, ¿qué tan precisos son los mensajes que encontramos en publicaciones o videos cortos sobre estoicismo? ¿Realmente puede funcionar como una especie de *coaching*? ¿Es esto lo que pensaban los estoicos? Y, sobre todo, ¿qué nos dicen las fuentes históricas al respecto?

Para comenzar, sepamos que hubo distintos periodos del estoicismo, que van desde el estoicismo antiguo, iniciado por

78 Milenaria, Ciencia y Arte

Divulgación filosófica: *coaching* presuntamente estoico philosophical dissemination: allegedly stoic coaching

Ximena Zacarias Avila

Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos Magaña”
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México

Contacto: 2349784k@umich.mx

Resumen. El estoicismo ha resurgido en popularidad gracias a las redes sociales, donde se presenta como una herramienta motivacional para lograr el éxito y superar las adversidades. No obstante, esta interpretación moderna se desvía de los objetivos originales de la filosofía estoica.

Palabras clave. Estoicismo, redes sociales, prácticas filosóficas.

Abstract. Stoicism has regained popularity through social media, where it is portrayed as a motivational tool for achieving success and overcoming life’s challenges. However, this modern interpretation diverges from the original aims of Stoic philosophy.

Keywords. Stoicism, social media, coaching, Internet, philosophical practices.

año 14, No. 24 julio-diciembre del 2024

Zenón de Citio, pasando por el estoicismo medio, introducido por Panecio de Rodas en Roma y, finalmente, el estoicismo romano. De este último se habla más a menudo en internet, generalmente con fines motivacionales, aunque a veces deformando las citas de los autores o la intención original de la filosofía. Con ello, se pretende seguir ejemplos de vida de autores como Séneca, Marco Aurelio y Epicteto.

De igual forma es necesario conocer que, para comprender correctamente una corriente filosófica, tenemos que remontarnos a sus orígenes y contexto histórico, en especial si se trata de una filosofía práctica en la que se busca un cambio personal en cuanto a hábitos o formas de vida. Para comprender lo que dice Séneca, por ejemplo, debemos considerar su contexto social, político y educativo, así como a los autores que influyeron en la formación de su pensamiento.

¿Por qué es necesario reconocer y tener en cuenta lo anterior? Pues bien, sabemos que en internet, especialmente en las redes sociales, es fácil caer en información falsa, y comprendemos que lo ideal para no creer en ella es recurrir a fuentes fidedignas y realizar una buena investigación. Claro que resultaría conveniente si así fuera; sin embargo, ¿qué usuario de internet o redes sociales no conoce a los presuntos *coaches* que se presentan como líderes, motivadores o asesores de vida y éxito profesional? Estos personajes suelen utilizar ejemplos de hombres multimillonarios, famosos o sabios para captar la atención, principalmente de varones, tratando de demostrar que el estándar de hombre de negocios productivo y triunfador es alcanzable. Además, se caracterizan por justificar su machismo y misoginia con supuestos estudios filosóficos, psicológicos, sociales o biológicos. El *coaching* sobre estoicismo, como veremos, se ha convertido en un tema envuelto en una maraña de opiniones, en su mayoría erróneas, que propician la desinformación y creencias equivocadas.

El estoicismo antiguo tuvo como fundador a Zenón de Citio hacia el año 300 a.C. Comenzó siendo un movimiento

filosófico influenciado por Sócrates y otras escuelas filosóficas como el cinismo, el platonismo e incluso el aristotelismo (Long, 1984). Las enseñanzas se impartían en un lugar público y céntrico de Atenas que se conocía como la *Stoa Poikile*. Zenón contaba con jóvenes alumnos a quienes enseñaba acerca de la virtud, en relación con la vida que él llevaba, conducido por una cosmología heraclítica que se guiaba respecto al *Logos* y Fuego como sustancia del mundo (Copleston, 1986).

La filosofía estoica se caracteriza por ser una filosofía práctica que engloba los saberes de la física, la lógica y la ética, pues sin la práctica adecuada de las tres, era imposible vivir bien. Su ética estaba centrada en la racionalidad y tenía una



Figura 1: Estatua ecuestre de Marco Aurelio en la que no se representa como un príncipe coronado, ni como militar poderoso, sino como filósofo estoico cansado y desilusionado. http://apuntes.santanderlasalle.es/arte/roma/escultura/marco_aurelio.htm.

fundamentación cósmica, ya que la racionalidad era la única que podía brindar la felicidad humana y, a su vez, era intrínseca a la Naturaleza (Long, 1984).

Al nombrar la palabra “naturaleza”, podemos intuir que la filosofía estoica es una filosofía natural. Según ellos, la Naturaleza es un principio creador y unificador del mundo. Este término se asemeja a otros conceptos como aliento ígneo, fuego artístico, *logos*, necesidad y destino, o Dios. Ella se conecta con todo por estar dotada de racionalidad; por ello, dirige al universo y a todos sus acontecimientos hacia fines únicamente buenos (Long, 1984). Tal concepto se ha trasladado hoy en día a la idea que se muestra en algunos foros y a videos

basados en los mismos, que se denomina como “*Amor Fati*, es decir, amar el destino” (Villalba, 2021).

Pero, aunque los estoicos afirmaban que existía una causalidad racional, es decir, una encadenada red de acontecimientos que permitía dar coherencia al sistema unificado universal, y proponían que Dios o la Naturaleza sólo produce obras buenas, sosteniendo que estamos en el mejor de los mundos posibles, hay aspectos que han de criticarse en este pensamiento. Por ejemplo, si existe la posibilidad de autonomía humana dentro del destino, o sobre el origen de los desastres naturales, que no parecen ir de acuerdo con la idea de “el mejor de los mundos posibles”.

Ya desde ese entonces, Crisipo trató de dar solución a tales contradicciones:

Su examen del poder humano no es la libertad para obrar de otro modo, sino el obrar deliberadamente (...) el carácter del individuo cae bajo la ley causal general. Porque el carácter es una consecuencia de la herencia y del entorno. Las capacidades con que el hombre ha nacido son «el don del destino» (es decir, de Naturaleza cósmica) que plasma cada cosa individual. Una vez nacido el hombre, se pone en contacto con el entorno, y el carácter que adquiere se configura por la acción recíproca de sus capacidades innatas y los sucesos exteriores (Long, 1984, p. 166).

Así pues, los estoicos afirmaban que nuestras acciones están determinadas bajo una ley causal, pero somos nosotros los que decidimos cómo responder ante tales acciones, y esto, sólo se logra a través de una configuración de determinado carácter individual. No cabe duda que la creencia actual del destino contribuyó a la popularidad de esta filosofía, pero, tomemos en cuenta que ésta no surge de un razonamiento simplista. Conocer las razones de dicha idea nos puede brindar herramientas para criticarla y no caer en la resignación ante circunstancias adversas solo porque “algo” así lo ha querido.

Con base en lo anterior, pasemos a una revisión muy general de dos problemas del presunto “carácter

estoico”, entre los más destacados en las plataformas virtuales.

En un artículo de *El Imparcial* leemos lo siguiente:

Se argumenta que al mantener la compostura y actuar como si nada nos afectara, podemos experimentar una disminución del estrés y mejorar nuestras relaciones personales. Además, se destaca que mantener una actitud indiferente hacia las circunstancias externas nos permite tomar el control de nuestros estados internos y encontrar la serenidad en cualquier situación (*El Imparcial*, 4 de julio de 2023).

El comportamiento de los estoicos referente a las circunstancias adversas se debía a una aceptación, como ya vimos, de los sucesos que causan sufrimiento, pues iban acorde a lo planeado por la Naturaleza; “...si todos los hechos fueran conocidos, lo reconocerían los hombres racionales como beneficiosos” (Long, 1984, p. 168). Desde la perspectiva universal de la naturaleza, no hay nada que en realidad pueda perjudicar a una persona. Se les nombra sucesos perjudiciales por ignorancia, pues se desconoce que todo cuanto acontece va de acuerdo con el orden de la Naturaleza. El único que podía conocer los deseos de la Naturaleza, pues vivía de acuerdo con ella, y se diferenciaba del hombre común, era el sabio. El sabio es el ideal del estoico, pues posee todas las perfecciones y virtudes por naturaleza (Daraki y Romeyer, 2008). Pero esto es una paradoja por parte de los estoicos antiguos: el sabio es imposible de encontrar sobre la tierra, pues ningún ser humano se asemejaría a la perfección del virtuoso. Claro, el presunto estoicismo actual nunca habla de esto ni del rígido orden natural que provoca la paradoja.

Por último, una idea que se repite en redes sociales y se toma como presuntamente estoica es, más bien, propia de un individualismo en el que se exige centrarse en un mejoramiento de la persona con el único afán de obtener un éxito personal, y con ello, alejar a las personas “conflictivas” o que nos impiden llegar a tal fin: “Deja de desperdiciar el tiempo en estupideces que te alejan de lo más esencial” (Miranda Charles, 2020).



Figura 2: Imagen generada por inteligencia artificial de una estatua estoica, describiendo todas las supuestas características del estoico. https://www.freepik.es/fotos-premium/estatua-estoica-hombre-estoico_67633931.htm

A diferencia de esto último, el estoicismo tiene otra perspectiva:

La filosofía estoica de la naturaleza proporciona una orientación cósmica para la identidad personal, la cual, lejos de descuidar las relaciones humanas, las hace implícitas en una vida conforme a la razón. «Nacimos para colaborar» (Marco, II, 1); «el bien de un ser racional consiste en una colaboración conjunta». El individualismo, en su sentido más liberal, resulta tan contrario al estoicismo como lo es para muchos psicólogos y filósofos modernos (Long, 1984, p. 162).

Como vemos, el estoicismo propicia una acción directa con la sociedad. Tal como lo menciona Séneca en *Sobre la brevedad de la vida*, cuando hace una crítica a los viciosos de los placeres y la ociosidad, explica que no se trata de criticar a las demás personas con un sentido de superioridad moral, sino que “(...) para censurarles a aquéllos de su extravío, hay que enseñarles, no sólo entristecerse por ellos” (Séneca, 2023, p. 313).

Podemos concluir que lo que se divulga como estoicismo en las redes sociales es una guía práctica mal explicada y resumida de ciertos preceptos estoicos mal planteados, en la que no se

ofrecen muchas razones sobre por qué los estoicos romanos decían lo que decían. Aunque los videos o la información digerible tienden a cumplir una función mercadotécnica y de entretenimiento, esto no significa que no pueda haber repercusiones, a veces graves, en las creencias de la sociedad y en su comportamiento.

La filosofía estoica tiene un trasfondo de pensamiento bastante amplio, y sus aportaciones han sido valiosas para el conocimiento, la filosofía y la cultura occidental. Surgió como un movimiento que trataba de responder a la posibilidad de la felicidad en un mundo caótico. Si hoy en día ha vuelto a popularizarse, quizás sea porque existen similitudes entre el modo de vida helenístico y el actual. Surgen de nuevo cuestiones que sacan a la luz la inconformidad con el ambiente en el que vivimos, lo que nos lleva a buscar respuestas y guías que nos conduzcan en esta vida tan compleja. Es indispensable que acudamos a buenas fuentes si queremos saciar nuestra necesidad de búsqueda. La filosofía y la historia son excelentes herramientas para lograrlo.

Referencias

- Copleston, Frederick. (1986). *Historia de la Filosofía I. Grecia y Roma*. 2a. Ed. México: Ariel.
- Daraki, María, y Romeyer – Dherbey, Gilbert. (2008). *El Mundo Helenístico: Cínicos, Estoicos y Epicúreos*. 1a. Ed. Madrid: Akal.
- El Imparcial* (4 de julio de 2023). Descubre el poder del estoicismo. Actuar como si nada te afectara. <https://www.elimparcial.com/estilos/Descubre-el-poder-del-estoicismo-Actuar-como-si-nada-te-afectara-20230704-0053.html>
- Long, Anthony. (1984). *La Filosofía Helenística: Estoicos, Epicúreos, Escépticos*. 1a. Ed. Madrid: Alianza.
- Miranda Charles, Jonathan (11 de diciembre de 2020). *Estoicismo*. <https://jonmircha.com/estoicismo>
- Séneca, Lucio Anneo. (2023). *Obras*. Volumen I. 1a. Ed. Madrid: Gredos – RBA.
- Villalba, Juanjo. (13 de mayo de 2021). ¿Qué es el culturismo filosófico? Estoicismo aplicado al músculo. *Men's Health*. <https://www.menshealth.com/es/fitness/a3629574/5/culturismo-filosofico-que-es/>

Dos estilos filosóficos para el análisis del concepto de educación

Two philosophical styles for the analysis of the concept of education

Carlos Alberto Bustamante Penilla

Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos Magaña”. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México

Contacto: carlos.bustamante@umich.mx

Resumen. El análisis conceptual es una de las herramientas fundamentales de la filosofía, que permite aclarar lo que habitualmente se piensa acerca de diversos temas que afectan a la vida de los seres humanos. Este análisis se realiza de diferentes maneras, a partir de estilos filosóficos asociados a corrientes diversas, tales como la filosofía analítica del lenguaje ordinario y la fenomenología. En el caso del concepto de educación, un estilo y otro de análisis filosófico permiten aclarar algunos aspectos importantes, no siempre evidentes en el uso del término. Por otro lado, ambos estilos de análisis divergen en algunos aspectos, convergen en otros y muestran importantes límites, especialmente respecto a la capacidad de cambiar la realidad social y cultural en la que la educación se desenvuelve.

Palabras clave. Educación, análisis conceptual, lenguaje ordinario, fenomenología.

Abstract. Conceptual analysis is one of the fundamental philosophical tools, which allows us to clarify what is usually thought about various topics that affect lives of human beings. This analysis is carried out in different ways, based on philosophical styles associated with diverse currents, such as the Ordinary Language Philosophy and Phenomenology. One style or another of philosophical analysis allows us to clarify some important aspects for the concept of education, not always evident in the use of the term. On the other hand, both styles of analysis diverge in some points, converge in others and show important limits, especially in connection to the capacity to change the social and cultural reality.

Key words. Education, conceptual analysis, ordinary language, phenomenology.

Arrojar un poco de luz sobre lo que creemos, lo que conocemos y lo que hacemos ha sido una de las tareas de la filosofía desde los tiempos de Sócrates. Pensamos, y lo que pensamos halla su concreción en nuestras acciones individuales y en las prácticas sociales. Este ejercicio se puede denominar “análisis conceptual”, término que resulta suficientemente expresivo. Sucede que las palabras que utilizamos para comunicarnos tienen algún significado, pero no siempre gozamos de completa claridad acerca de lo que ese significado contiene e implica. Pero algo concebimos, así sea vagamente, cuando usamos el lenguaje, y de ahí el nombre “concepto”. Ahora bien: eso que concebimos suele incluir un conjunto de elementos que no necesariamente identificamos bien ni distinguimos en sus complejas relaciones, a veces contradictorias. De

ahí que analizar esos oscuros conceptos e intentar una comprensión acerca de lo que quieren decir resulta particularmente importante para conocernos mejor, como querría Sócrates, y para mejor orientar lo que hemos de hacer con nosotras y nosotros mismos, nuestras sociedades y la historia que podríamos construir. Porque “analizar”, a su vez, significa primeramente “separar en partes”, distinguir lo que no fácilmente se dilucida en un todo complejo.

El análisis conceptual, hoy por hoy, ofrece diferentes posibilidades de acuerdo con orientaciones filosóficas diversas, a veces contrapuestas unas a otras, surgidas y consolidadas a partir de los inicios del siglo XX. Así, podríamos hablar de otros tantos “estilos filosóficos”, que conducen al análisis por caminos que no dejan de separarse

pero que, por otro lado, a veces coinciden en algunos puntos. En este trabajo presentaremos algo de lo que dos de esos estilos de análisis han dicho respecto a un tema siempre importante por lo que define en nuestras existencias, individuales y colectivas: el concepto de educación. Para una muy breve presentación como ésta, conviene apoyarse en algunos trazos ofrecidos por figuras representativas de cada uno de aquellos estilos.

“Educación” desde el análisis del lenguaje ordinario

La llamada *filosofía analítica* es una corriente que surge con los trabajos de Bertrand Russell, George Edward Moore, el primer Ludwig Wittgenstein y varios otros, y en sus inicios pretendía despejar las confusiones que el uso del lenguaje ha provocado en la filosofía a lo largo de su historia, incluso recurriendo a fórmulas lógicas presuntamente exactas (Bochenski, 1983). Más adelante, sin embargo, la mayor parte de las filósofas y los filósofos analíticos ha preferido aceptar que el lenguaje cotidiano envuelve conceptos que se pueden aclarar mediante ese mismo lenguaje, a condición de atender con cuidado a lo que se oculta detrás de los significados vagos que solemos dar a las palabras.

El estilo filosófico de una gran cantidad de autoras y autores identificados con esta corriente se caracteriza por desentrañar lo que hay en los conceptos usuales que acompañan a nuestras palabras de todos los días. En el terreno de la educación, el británico Richard S. Peters (1919 – 2011) se propuso, en su momento, explorar un componente esencial implicado en el uso de la palabra “educación”: la noción de “objetivos”. Ocurre que, cuando las personas relacionadas con el mundo educativo hablan del campo en el que se desenvuelven, parece necesario aclarar constantemente qué es lo que están haciendo y qué se proponen con ello. Es por esto que, más pronto que tarde, aparece la palabra “objetivos” en el horizonte de conversaciones y debates: ella alude a una suerte de blanco de tiro, no demasiado fácil de alcanzar y, por otro lado, ni siquiera demasiado visible si se le coloca muy lejos (Peters, 2004, p. 26 – 31). Resulta, entonces, que la



Fig. 1. Sócrates en La Escuela de Atenas, de Rafael Sanzio (c. 1511).
Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/The_School_of_Athens

educación se va delineando como un conjunto de tareas orientadas a lograr algo no demasiado claro ni seguro.

¿Por qué, al decir “objetivos”, insinuamos que la educación es tarea difícil y con metas nada simples de precisar? Acaso porque, de acuerdo con Peters, lo que la educación se propone es la “iniciación de las personas en una forma de vida que se considera valiosa” (p. 35). Por un lado, salta a la vista que las “formas valiosas de vida” humana pueden ser imaginadas, y lo son, de múltiples maneras. Por el otro, eso implica que hay una diferencia conceptual entre “educar” y otros verbos asociados, como “instruir” o “capacitar”: la educación es algo que se cumple en la forma concreta de la “persona educada” (p. 36 ss.). Eso resulta inevitablemente redundante,

pero indica un rasgo de la mayor importancia en el concepto “educación”, tanto como en el de los objetivos de la misma: la educación no persigue fines externos a su propia realización, no se educa a las personas sino para que gocen de una forma de vida considerada valiosa. Que aprendan ciertos conocimientos y técnicas para el ejercicio de alguna profesión en particular, cuando de la educación se trata, no hace de ésta un conjunto instrumental de acciones: más bien, la adquisición de tales conocimientos y técnicas debiera formar parte del todo que es la persona educada. De tal modo, el concepto de educación implicará la necesidad de establecer tanto criterios para definir con mayor precisión los objetivos que se persiguen, dado el contexto social en el que la educación se realiza, como principios generales

respecto a los procedimientos mismos que los docentes han de seguir en tan descomunal labor (p. 38 – 54).

El estilo filosófico de Peters, representativo de lo que a veces se denomina “filosofía del lenguaje ordinario”, ciertamente contribuye a aclarar lo que casi nunca es suficientemente claro al hablar sobre la educación y sus características. Con su ayuda, podemos apreciar que la palabra “educación” implica, aunque no siempre de manera explícita, aludir a objetivos que se relacionan con formas mejores de llevar adelante las vidas humanas. Por otro lado, observamos que al analizar el término “educación” en su uso ordinario, se impone la necesidad de precisar criterios que delimiten objetivos algo más concretos para sociedades y culturas diversas, y que se requieren principios generales para que los procedimientos educativos, propios de la pedagogía o la didáctica, no se alejen de lo que los objetivos se propongan. Y, desde luego, aparece con fuerza la idea de que la educación no puede ser instrumentalizada en virtud de otros fines, la productividad económica por ejemplo, ajenos a la adquisición de formas valiosas de vida. No obstante, el estilo analítico de alguien como Peters bien podría dejarnos con algunas preguntas sumamente importantes pero visibles, más bien, desde otra perspectiva sobre el mismo asunto.

Trazos de una fenomenología de la educación

El estilo filosófico de la *fenomenología*, corriente inaugurada por Edmund Husserl también a principios del siglo XX, cuestiona algunos de los límites que presentimos en el análisis del lenguaje ordinario. La fenomenología pretende huir de supuestos para el pensamiento, que podrían provenir tanto de la vida cotidiana tal como ella se da como de la tradición teórica, científica y filosófica. Más que los conceptos, los objetos que se plantea la filosofía fenomenológica son, en palabras del propio Husserl, “las cosas mismas” (Husserl, 2013, p. 119), tal como se dan ante una conciencia. Sin embargo, “las cosas mismas” suelen ser distorsionadas, precisamente, por las preconcepciones provocadas por lo que creemos habitualmente acerca de la experiencia común, o por perspectivas

filosóficas que asumimos sin mayor crítica (Husserl, 2000). De manera que, en la búsqueda de las “cosas mismas”, terminamos por cuestionar el contenido de los conceptos mediante los cuales suponemos saber lo suficiente acerca de nuestras experiencias y de la vida en general.

Nuestras concepciones habituales acerca de la realidad han de ser confrontadas con el telón de fondo en el cual suelen perderse o esconderse, telón de fondo al cual Husserl llama “mundo de la vida”, es decir, el “mundo circundante intuitivo, dado previamente como siendo para todos en común” (Husserl, 2000, p. 127). Al convertir ese mundo en objeto de atención, se aclara el sentido de nuestras concepciones dadas por sentadas, y el de las acciones o prácticas que de ellas se derivan.

Vicenzo Costa (1964) toma como punto de partida estas indicaciones de Husserl para emprender el análisis de la educación (Costa, 2018). Este análisis procura dirigirse a “la cosa misma” en cuestión, en este caso “la experiencia educativa en su propio terreno fundacional” (Costa, 2018, p. 16). ¿Qué terreno fundacional es ése? Para encontrarlo, es indispensable tener en cuenta la manera en que se relacionan las prácticas educativas y el tipo de mundos de la vida actualmente imperantes. Las primeras parecen incapaces de responder a los desafíos suscitados por los segundos: “Lo que se observa (...) es la creciente e intolerable incapacidad de los sistemas de formación en la preparación de jóvenes para la vida, de hacerles capaces de acceder al nuevo tipo de mundo que está surgiendo ante nuestros ojos” (p. 17). Este mundo se caracteriza por la aparición de nuevas formas de socialización, nuevas exigencias profesionales y hasta nuevas maneras de organizar el conocimiento y la educación mismas. Costa observa una suerte de hiato entre tantas novedades y los sistemas educativos o formativos, hiato que ha sido denunciado desde hace bastante tiempo por los más diversos estudiosos del tema. Por otra parte, Costa se acerca a posturas como la de Peters cuando rechaza que la educación se reduzca a una especie de mera preparación para la profesión o el trabajo en este mundo cambiante y acelerado, una llana transformación “de la formación en adiestramiento” (p.21). ¿Por qué este rechazo?



Fig. 2. Maestra de CONAFE (Consejo Nacional para el Fomento Educativo). Autor: Filiberto Ramos, publicada en *El Sol de Toluca*, 12 de septiembre de 2017.

Fuente: <https://www.elsoldetoluca.com.mx/local/convoca-conafa-a-vivir-la-experiencia-como-lider-educativo-en-rincones-del-edomex-292242.html>

Porque, siguiendo en esto a Husserl, el hallar los contornos de un mundo de la vida siempre supuesto como marco para el pensamiento y la acción, no implica detenerse en la inevitabilidad de las exigencias de ese mundo: “(...) resulta necesario que el sistema formativo se reapropie de una capacidad proyectiva autónoma, para interactuar o, incluso, enfrentarse al resto de sistemas mediante una dialéctica positiva, que le permita definir su posición ante el sistema económico, mediático, político” (p. 22). Tematizar un mundo de la vida que nos pasa desapercibido, como el agua para el pez que la habita sin pensar, permite confrontarlo con otra cosa que, incluso, podría llegar a oponérsele. En este caso, se trataría de la “cosa misma” que es la educación.

¿Y qué es lo que habría que buscar en la educación? Ni más ni menos que de lo que Costa llama su “estructura originaria”, estructura que precede a su “diferenciación en formación profesional, personal, científica, humanística”. Tal estructura originaria, esclarecida a partir del análisis fenomenológico, permitiría “concebir las diversas exigencias formativas como difracciones de esa movilidad única y originaria de la existencia”, lo cual Costa equipara a una “apertura a lo posible” (p. 23). ¿Cómo tendría que entenderse todo esto?

En primer lugar, la existencia humana se desenvuelve, precisamente,

de acuerdo con algún mundo de la vida. Pues bien: conviene entonces, si de educar se trata, tener siempre a la vista a tal mundo y a la educación en su seno. Ahora bien: si el mundo de la vida en cuestión es el de esta modernidad que nos ha tocado en suerte, debe procurarse que las personas se formen en el “cuidado de sí” que les permitan determinarse a sí mismas y “construir la narración de sí” (p. 30), especialmente en el entorno del vértigo de las novedades constantes en prácticamente todo. “Narración de sí” significará, en este contexto, la capacidad de colocar la experiencia de un mundo complejo y cambiante en un horizonte más amplio, que al menos permitiría abrir posibilidades para que cada cual esté “en condiciones de habitar el mundo como persona (entendida en su integridad), y no simplemente como un sujeto que está en función de una maquinaria productiva” (p. 31). He aquí la “apertura a lo posible” que constituye, según el análisis fenomenológico de Costa, la estructura originaria de la educación.

Como puede apreciarse, el estilo fenomenológico no parece tratar directamente con los conceptos y sus contenidos, cosa que sí que se propone muy explícitamente la filosofía analítica del lenguaje ordinario. Sin embargo, en su empeño por mostrar “las cosas mismas” ante la conciencia, la fenomenología obliga a desarticular conceptos asumidos acríticamente, y a

Mary Wollstonecraft Shelley, la Inteligencia Artificial y los robots

Mary Wollstonecraft Shelley, Artificial Intelligence and robots

Rosa María Alonzo González y David Ramírez Plascencia

Universidad Autónoma de Baja California
Contacto: davidrapla@gmail.com

"Amo la vida, aunque solo sea un cúmulo de angustias, y voy a defenderla"

Mary Wollstonecraft Shelley.

FRANKENSTEIN O EL MODERNO PROMETEO.

Resumen. Frankenstein no es un personaje exclusivo del ámbito de la narrativa de ficción, sino un elemento vivo que ha evolucionado y se ha adaptado a diversas geografías y contextos sociales. El trabajo de Mary Wollstonecraft Shelley ha perdurado con el paso del tiempo, consolidándose como un símbolo preponderante de la cultura popular. En este artículo analizamos la influencia de la figura del monstruo de Frankenstein en las actitudes de las personas con respecto a la tecnología y la ciencia, en particular la Inteligencia Artificial (IA) y los robots; así como los temores sobre el uso indebido de la ciencia y el rompimiento de los límites morales tradicionales. Nuestro objetivo es que quien lea el artículo, sienta curiosidad por acercarse a la obra de Mary Shelly, y que ésta sea, a su vez, una vía para entender el funcionamiento de las aplicaciones IA y la creación de robots inteligentes desde una visión más crítica.

Palabras Clave. Inteligencia Artificial, Frankenstein, Robots.

Abstract. Frankenstein is not a character exclusive to the narrative, but a living element that has evolved and adapted to various geographies and social contexts. The work of Mary Wollstonecraft Shelley has endured the passage of time, establishing itself as a predominant symbol of popular culture. In this article we analyze the influence of the Frankenstein monster figure on people's attitudes towards technology and science, particularly Artificial Intelligence (AI) and robots; as well as the fears about the misuse of science and the breaking down of traditional moral boundaries. Our goal is to encourage the reader to approach Mary Shelly's work and develop a more critical perspective towards Artificial Intelligence and the creation of Intelligence Robots.

Keywords. Artificial Intelligence, Frankenstein, Robots.

Los albores de una nueva era

Actualmente nos encontramos viviendo una ola de entusiasmo por la Inteligencia Artificial (IA). El uso de chatbots como ChatGPT está en boca de todos. Empresas como Microsoft, Apple, Amazon y Meta (Facebook) invierten grandes cantidades de recursos en futuros desarrollos tecnológicos centrados en la IA.

También los gobiernos han comenzado a tomar cartas en el asunto, promoviendo nuevas regulaciones relacionadas con esta tecnología. La Inteligencia Artificial,

es decir, el desarrollo de plataformas y dispositivos que son capaces de emular el procesamiento cognitivo humano; atrapa la atención de los medios y el público en general por sus potenciales usos para administrar los sistemas de seguridad, tráfico o sanitarios, así como, por apoyar a médicos a realizar diagnósticos o bien mejorando el desempeño escolar de los alumnos.

La IA está presente en los dispositivos móviles al alcance de nuestra mano, mediante aplicaciones como SIRI, ALEXA o GEMINI. Su utilización permite mejorar el funcionamiento de las aplicaciones de

convertir en temas para la consideración lo que, de otra manera, puede pasarnos desapercibido en la inmediatez de lo cotidiano. De manera que, más allá de las importantes diferencias, el análisis del lenguaje ordinario y la fenomenología comparten una cualidad valiosa para toda filosofía: la capacidad de ver más allá de lo que se cree ver, mediante el desmenuzamiento de conceptos que damos por sentados. Eso resulta especialmente imprescindible en un campo como el de la educación, tan fundamental para nuestras existencias, y al mismo tiempo tan expuesto a hundirse en la neblina de lo cotidiano que no pensamos.

Sin embargo, puede presentirse en ambos estilos de análisis conceptual filosófico un muy serio límite: ¿qué hay de transformar a fondo las realidades históricas, sociales y culturales que determinan tanto los objetivos de la educación (Peters) como los mundos de la vida en que ella se practica (Costa)? Entender que éste es un mundo sumamente cambiante y diverso no implica que debamos aceptarlo y hacer que la educación se adapte, así sea con plena consciencia y con las mejores intenciones, a él. Acaso debamos buscar en otros estilos filosóficos, posiblemente en la dialéctica crítica compartida por autores como Hegel, Marx o los de la Escuela de Frankfurt, y de otra manera por Paulo Freire, respuestas para esta interrogante aún mayor.

Referencias

- Bochenski, Josef Maria. (1983). La filosofía actual. 10a. Reimpr. México: Fondo de Cultura Económica.
- Costa, Vincenzo. (2018). Fenomenología de la educación y la formación. 1a. Ed. Salamanca: Sígueme.
- Husserl, Edmund. (2000). La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental. Barcelona: Altaya.
- Husserl, Edmund. (2013). Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica. Libro primero: Introducción general a la fenomenología pura. 1a. Ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- Peters, Richard S. (2004). Filosofía de la educación. 2a. Reimpr. México: Fondo de Cultura Económica.



Figura 1. Obra literaria clásica de Mary Shelley. Fuente: <https://www.freevector.com/frankenstein>.

los dispositivos, también asiste a los usuarios en la búsqueda de la información y la realización de trabajos multitareas.

Sin embargo, esta reciente popularización de la IA también es una fuente de recelos y miedos ante los posibles efectos negativos que implica su implementación: invasión de la privacidad, desconfianza al depositar el control de sectores prioritarios en sistemas automatizados sin la intervención humana, así como, la potencial pérdida masiva de empleos.

En medio de esta incertidumbre, hay una obra literaria clásica que puede servirnos de guía para entender que este tipo de aprehensiones y esperanzas con las que hemos arropado a la IA, no son de ninguna manera nuevas, sino que aparecen ante el surgimiento de cada adelanto científico y tecnológico disruptivo. Nos referimos al texto de Mary Wollstonecraft Shelley “Frankenstein o El moderno Prometeo”.

En la obra de Mary Shelley se conjuga la fascinación y el miedo por el desarrollo tecnológico. Nos abrimos ante la posibilidad de expandir las fronteras de la ciencia y tecnología

hasta el momento conocida, pero también abordamos ese viaje de descubrimiento con un poco de temor ante las posibles repercusiones morales y legales de nuestros actos, todos estos dilemas reflejados en la obra de Shelly.

El monstruo de Mary Wollstonecraft llega a nuestro tiempo revitalizado dentro de la cultura pop a través de series de televisión, anime y películas, pero también es una figura utilizada de manera recurrente en el debate público como símbolo de advertencia ante los vertiginosos cambios tecnológicos.

La relevancia del monstruo

La novela de Frankenstein plantea una disyuntiva ética sobre las posibles consecuencias del desarrollo tecnocientífico, así como, una advertencia para aquellos hombres y mujeres de ciencia que deseen romper los límites morales y religiosos. Se utilizó para criticar el proyecto Manhattan y el desarrollo de la bomba atómica. Las armas nucleares fueron descritas como “monstruos frankenstinianos” (Hecht, 2003). En el campo médico y biológico, la criatura de Mary Shelley se utiliza como argumento para encuadrar

negativamente investigaciones contemporáneas sobre la clonación humana. La criatura de Frankenstein ha sido utilizada en deliberaciones académicas y políticas como prueba de que no importan las buenas intenciones detrás de la investigación científica: la cura de enfermedades mortales, la mejora de las condiciones sociales de las personas, extender la longevidad humana, etc., siempre habrá terribles consecuencias para quienes transgredan los límites morales establecidos entre el bien y el mal (Hecht, 2003).

El resultado final traerá consecuencias terribles no sólo para los científicos, sino para toda la humanidad. No es un hecho accesorio que Mary Shelley utilizara un título complementario para su obra, “El Moderno Prometeo”. Es una clara alusión al mito griego donde el titán Prometeo robó el fuego para mejorar la condición de los humanos.

Aunque, al final del relato mitológico, tanto el titán como la humanidad fueron castigados por Zeus como consecuencia de esta transgresión. Es precisamente en nuestro contexto actual, donde se discute tanto sobre la automatización, la iteración digital y el desarrollo de “máquinas pensantes” donde el texto de Mary Shelley es clave. No como una visión pesimista que limite la investigación científica o tecnológica, sino como un punto de partida sobre el cual discutir lineamientos éticos y legales que guíen el desarrollo de estas investigaciones. Es una invitación para abordar de manera crítica los desarrollos tecnológicos disruptivos como son la IA y la creación de robots.

El nuevo Prometeo Digital

Si bien, tanto la IA como los robots inteligentes podrían considerarse tecnologías relativamente nuevas a mediados del siglo XX, lo cierto es que, las nociones sobre dotar “vida” o movimiento autónomo a objetos se pueden datar hasta la Grecia Clásica, o ubicar entre los prototipos diseñados por Leonardo da Vinci. Actualmente, los

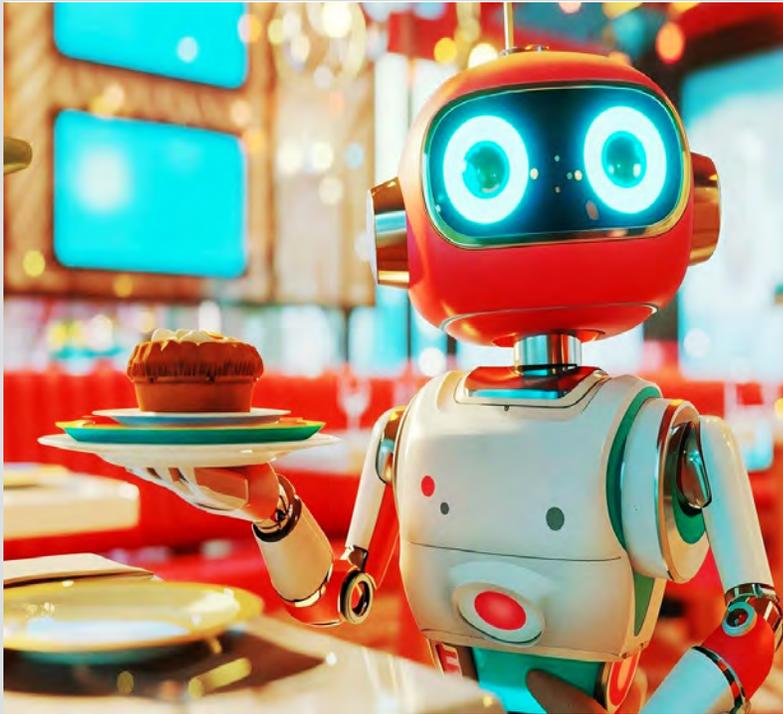


Figura 2. Se asocia el desarrollo de la IA con la figura del monstruo de Mary Shelley.
Diseñado por @Freepik Fuente: <https://tinyurl.com/2a6snsus>



Figura 3. Mary Shelley. Fuente: Wikipedia

robots inteligentes han dejado los laboratorios para ser empleados en muchos sectores: desempeñan un papel clave en la manufactura, pero también los podemos encontrar en el sector militar, como el caso de los drones, y en el sanitario, con el uso de brazos robóticos para realizar cirugías complejas, o incluso en Internet, a través de la consulta información en chatbots.

Sin embargo, esta diversificación y proliferación de estos robots en la sociedad no está exenta de críticas. El público observa con fascinación estos adelantos tecnológicos, pero también lo hace desde preconcepciones negativas extraídas de las obras de ciencia ficción y del género del terror. Así por ejemplo se asocia el desarrollo de la IA con la figura del monstruo de Mary Shelly, “Hemos creado un Frankenstein” (Pardo, 2018, p. 13).

Un recelo importante con respecto a la IA en América Latina, lo podemos encontrar en el uso de robots en los sectores productivos, particularmente con lo que respecta a la pérdida de empleos en la manufactura como lo refleja “El miedo a los robots ha llegado a la

Economía. ¿Qué efectos tendrá una adopción masiva de robots en el mercado laboral?” (Amador, 2017).

En el año 2018 se celebró el 200 aniversario del Frankenstein de Mary Shelley.

A más de dos siglos de distancia, la figura de Frankenstein sigue siendo relevante no solo en el sector del entretenimiento, sino también para el debate público sobre los derechos y límites éticos de la investigación científica y tecnológica.

Ahora, con la difusión masiva de aplicaciones de Inteligencia Artificial y robots inteligentes en empresas y entornos domésticos, la figura de Frankenstein está más que presente en las discusiones sobre las potencialidades y riesgos de incorporar estas tecnologías emergentes en la vida cotidiana.

Esto nos habla de lo relevante y visionaria que es la obra de Mary Wollstonecraft Shelley, misma que no solo ha resistido el paso del tiempo, sino que continúa arrojando luz sobre el tema y motivando discusiones críticas tan actuales como el uso de drones tanto para fines domésticos como militares, así como la

importancia de fomentar la investigación científica y el desarrollo de aplicaciones tecnológicas siguiendo parámetros éticos que busquen, no solo el lucro personal o corporativo, sino el beneficio de la humanidad.

Referencias

- Amador, D. (2017, mayo 9). Victor Frankenstein, los robots y la redistribución en un mundo automatizado [Blog]. *Foco Económico*. <http://focoeconomico.org/2017/05/09/victor-frankenstein-los-robots-y-la-redistribucion-en-un-mundo-automatizado/>
- Hecht, G. (2003). Globalization meets Frankenstein? Reflections on terrorism, nuclearity, and global technopolitical discourse. *History and Technology*, 19(1), Article 1. <https://doi.org/10.1080/0734151022000042243>
- Pardo, P. (Septiembre 20, 2018). Por qué la Inteligencia Artificial necesita clases de ética: “Hemos creado un Frankenstein”. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/papel/futuro/2018/09/04/5b883125e5fdea97248b45d6.html>
- Shelley, M. W. (2011). *Frankenstein O El Moderno Prometeo*. Alianza Editorial.

Aspirinas para el alma

Besos de jengibre

*Efervescentes son sus besos, cual raíz
de perfumadas notas y aroma pungente.
Virtuosos para aliviar el alma,
candentes para avivar el cuerpo.*

*Así besa su boca, sintiendo y sabiendo a jengibre,
cálida y húmeda, que es fuego y gratitud
entrebriendo los labios, líneas cautivas
que entre comillas exquisitas
desnudan la tierra a plenitud.*

*Besos de jengibre, de sabor intenso,
que con ahínco instan a la creación.
Especiados, picantes y penetrantes
incitan a la existencia y desmoronan la razón.*

*Así son los besos de jengibre
como sutiles notas causticas y amorosas.
Así es como su boca besa, fresco y cálido
dejando una impronta inefable
con resabio de duda y plenitud.*

Amados ojos que miran

*Amanece y la alborada se expone,
sus párpados ascienden con lentitud.
Ojos de exquisitas pupilas cubiertas de miel
que avizorando lo más recóndito de mi ser,
endulzan lo que contemplan y aman lo que miran.*

*Su mirada, cual fina caricia, irrumpe mi corazón,
sensando la calidez de mi alma
donde todo es calma y amor.
Palpando la plenitud de mi existencia
con ternura y pasión.*

*Hermosos ojos que me miran
ventanas abiertas a la infinita ternura,
entre surcos labrados por la vida
iluminados de incandescente amor.*

*Los ojos que más amo son aquellos que me miran,
que calman, que aman, que deleitan e iluminan la vida.
Ojos que miran mi esencia y abrazan mi alma,
mirada nuestra, mirada suya, mirada mía...*

Berenice Yahuaca Juárez

berenice.yahuaca@umich.mx

Dibujando los días



TU GATO CALIFICA TU PANZA COMO ELEMENTO AMASABLE.

Webcómic para comer aquí y para llevar comiendo

<https://dibujandolosdias.tumblr.com/>



La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es galardonada con dos “Premios Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación” por el Gob. del Edo. de Michoacán de Ocampo



La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se complace en anunciar el otorgamiento de premios estatales a los investigadores nicolaitas, **Dr. Gustavo Santoyo Pizano** adscrito al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas y el **Dr. Luis Fernando Ortega Varela** adscrito a la Facultad de Salud Pública y Enfermería de la máxima casa de estudios del estado, recibieron este 2 de octubre en el marco del “19 Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación” organizado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán.

El Dr. Santoyo Pizano fue galardonado con el Premio Estatal de Ciencia- subcategoría Investigador Estatal, mientras que el Dr. Ortega Varela con el Premio Estatal de Divulgación.



La Sra. Rectora, **Dra. Yarabí Ávila González** felicita a los **galardonados** por este merecido reconocimiento y agradece su destacada contribución al avance de la investigación en nuestra universidad, así como por poner en alto el nombre de nuestra máxima casa de estudios.

“Cuna de héroes, crisol de pensadores”

!!! Humanista por siempre !!!

Dr. Jesús Campos García
Coordinador de la Investigación Científica

*La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es galardonada con dos
"Premios Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación"
por el Gob. del Edo. de Michoacán de Ocampo*

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se complace en anunciar el otorgamiento de premios estatales a los investigadores nicolaitas, **Dr. Gustavo Santoyo Pizano** adscrito al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas y el **Dr. Luis Fernando Ortega Varela** adscrito a la Facultad de Salud Pública y Enfermería de la máxima casa de estudios del estado, recibieron este 2 de octubre en el marco del "19 Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación" organizado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán.

