

Revista

e-ISSN: 2954-9436

Milenaria, Ciencia y arte



Órgano de divulgación de la Facultad de Salud Pública y Enfermería

latindex
catálogo2.0

ROAD

Dialnet

MIAR
Matriz de Información para el
Análisis de Revistas

Año 14 No. 25 enero - junio 2025

REVISTA “Milenario Ciencia y Arte”, COMITÉ EDITORIAL

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. 25 enero-junio de 2025, 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://mileneria.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, julio de 2025.

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

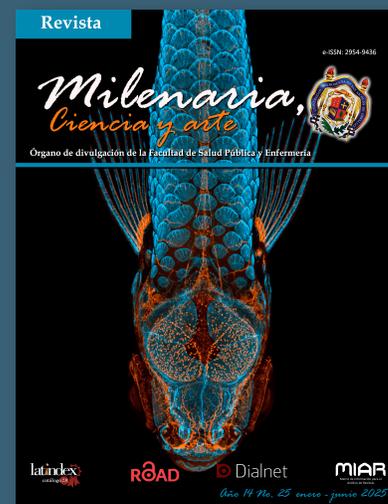
MIGUEL ÁNGEL VILLA ÁLVAREZ
Secretario de Difusión Cultural y Extensión Universitaria

JAIME ESPINO VALENCIA
Coordinador de la Investigación Científica

JOSÉ CÉSAR MACEDO VILLEGAS
Secretario Administrativo

JORGE ALBERTO MANZO MÉNDEZ
Secretario Auxiliar

JESÚS ALFONSO GUERRA CRUZ
Abogado General



Nuestra portada

El Concurso *Nikon Small World* se fundó en 1975 para reconocer y aplaudir el esfuerzo de quienes se dedican a la fotografía con microscopio. Desde entonces se ha convertido en el escaparate más importante para *micrografías* de las más diversas disciplinas científicas.

Como un homenaje al 50 aniversario de este concurso, presentamos la imagen que obtuvo el primer lugar en el 2020: una vista dorsal de la cabeza de un pez: con esqueleto, escamas (azul) y sistema linfático (naranja) “marcados” con fluorescencia, tomada mediante *microscopía confocal* y *apilamiento de imágenes* por Daniel Castranova del *National Institutes of Health (NIH)*, en Bethesda, Maryland, EUA.

Esta imagen es particularmente significativa porque ayudó al equipo de Castranova a realizar un descubrimiento revolucionario: el pez cebra posee vasos linfáticos dentro del cráneo que antes se creían exclusivos de los mamíferos. Su presencia en los peces, organismos más fáciles de criar, experimentar y fotografiar; podría acelerar la investigación relacionada con el tratamiento de enfermedades que afectan al cerebro humano, como el cáncer y el Alzheimer.

Busca más información en:
<https://www.nikonsmallworld.com/galleries/photomicrography-competition>

A manera de editorial	3
Microplásticos: pequeños fragmentos invisibles al ojo humano	4
Ramón Guillermo Ortiz García, Israel Ríos García	
El impacto de un Club de Ciencias en la divulgación científica: un ejemplo con auroras boreales	6
Fernando Ricardo Aguilar Ruvalcaba, María Amparo Rodríguez Carrillo y María Esther Rodríguez Ramírez	
Evaluación de Modelos de Pronóstico de Viento creados con el modelo Weather Research and Forecasting	9
Damián Campuzano Milián, Erasmo Cadenas Calderón, Rafael Campos Amezcua	
Características y beneficios de los alimentos orgánicos en México	12
Jesús Alberto Montalvo Morales, Osiris María Echeverría Ríos y Arianna Núñez Caraballo	
Chapulín de milpa como una proteína alternativa	15
Karina Denise Álvarez Contreras, Andrés Alejandro Damián Reyna	
Un cerebro saludable y la alimentación	17
Asdrúbal Aguilera Méndez, Daniel Godínez Hernández, Martha Patricia Chávez Moctezuma	
Nanotecnología aplicada al rescate del suelo para la seguridad alimentaria ..	20
Alma Rosa Ayala Virelas, Nuria Gómez Dorantes y Víctor López Maldonado	
Trashumancia apícola: más allá de una estrategia productiva	24
Eder Ramos Hernández y Blanca Patricia Castellanos-Potenciano	
Inclusión de la Inteligencia Artificial en la educación	27
Mireya Ramos Rendón, Rosalynda Sánchez Vázquez y Ricardo Adolfo Manivel Chávez	
Los retos en la enseñanza de Inglés en las Aulas Nicolaitas: Una reflexión ante los retos y enfoques de enseñanza de ILE en el siglo XXI	30
Karina Álvarez Escalera, Gracy Chávez Fabián y Héctor Aarón Ríos Mendoza	
Importancia de los Pueblos Mágicos para la preservación ecosistémica y cultural de México	34
José Manuel Castellanos Martínez	
San Luis Potosí y la pandemia: Desentrañando la salud y el impacto social ..	37
José Alfredo Mata Lozano, Miguel Ángel Mendoza Romo y José Arturo Valdés Méndez	
La pandemia de COVID-19 y sus impactos en la agenda 2030	40
Victor Hugo Ortiz Montalvo, María Jimena Arciga Ornelas, Jesús Ortiz Montalvo	
Virus y pandemias ¿Estamos preparados?	43
Guadalupe Gissela Marín-Hernández y Patricia Yazmin Figueroa-Chávez	
¡Cuidado! Un asesino silencioso se ha instalado en nuestra piel	46
Martha Estrella García Pérez, Paulina Calvillo Monroy	
Avances en el Tratamiento de la Radiodermatitis: Perspectiva Actual y Futura	49
José Fernando Covián-Nares, Estefanía Arredondo Melgarejo y Ana Gabriela Rodríguez Calderón	
Conociendo a la Ferroptosis	52
Donovan J. Peña Montes	
Plantas Medicinales: una fuente valiosa de compuestos farmacológicos para el tratamiento del cáncer	54
Karla Araceli Silva Ramírez, Alan Misael Estrada Alonso, Jazmin Marlen Pérez-Rojas	
Las reglas de vitalidad de las células	57
Paulo Ignacio León Sánchez, Lorena Martínez-Alcantar y Jesús Campos García	
Una mirada a los quimioterapéuticos de origen natural	61
Teresita Gómez Hernández, Juan Manuel Viveros Paredes y Edgardo Flores Torales	
Una batalla co-evolutiva por ser el mejor	64
Ana María Huerta Olalde y Rafael Salgado Garciglia	
Las células, los célulos, les céules.	
El sexo sí importa en la investigación farmacológica	66
Luis Mauricio Rodríguez Salazar y Blanca Estela Gutiérrez Barba	
Hacia una tipología de las candidaturas independientes	69
Héctor Chávez Gutiérrez	
Tres preguntas acerca del Golfo de México	72
Rosenda Aguilar Aguilar y Salvador García Espinosa	
La indolencia del Voto Latino a favor de Donald J. Trump en la elección presidencial del 2024	74
Manuel Adolfo Álvarez Oseguera y Manuel Alain Álvarez Alberto	
Las voces en la esquizofrenia: Un potencial terapéutico	77
Mariel Anahí Pérez Rodríguez	
La importancia de la filosofía en la formación de científicos y teorías científicas	80
Luis Armando Gálvez Ordaz y Angel Daniel Ramírez Herrera	
Avances clínicos y de investigación para la prevención de la demencia: Biomarcadores y signos tempranos	83
Victor Alfonso Sanches Quintana, Sebastián Gómez Tellez, Mariana Lizeth Junco Muñoz	
Aspirinas para el alma	86
Dibujando los días	87
Plumas al vuelo	90
Carmen del Pilar Ortega Varela	

Estamos en 2025, buen momento para que milenaria presente su número 25, comenzamos haciendo con nuestra portada, un homenaje a los microfotógrafos que han hecho enormes aportes científicos, pero que también han redimensionado el arte a través de eventos como el *Nikon Small World* durante los últimos 50 años. Ya que hablamos de cosas micro, más angostas que un cabello; destacados salubristas nos hablan del gran problema que implica la contaminación con microplásticos y de la implementación de políticas públicas que ayuden a mitigarlo.

En esta edición se analiza desde el impacto de un club de ciencias en una preparatoria, hasta el uso de matemáticas complejas para mejorar el uso de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec. Se toma nota de los potenciales beneficios de los alimentos orgánicos, del chapulín como proteína alternativa, de la movilidad de las abejas para optimizar la polinización, del consumo adecuado de nutrientes que protejan nuestro cerebro o de la implementación de procesos nanotecnológicos que preserven los suelos.

Nuestros autores asumen enormes retos, como la enseñanza de Idiomas o la implementación de la IA en el entorno universitario; la preservación cultural en los pueblos mágicos, el análisis de los impactos de la CoViD y otras pandemias. Nos explican fenómenos fisiológicos complejos como la migración celular y la ferroptosis; batallas coevolutivas entre plantas y hongos; el uso componentes de las plantas como tratamientos quimioterápicos e incluso del sexo cromosómico de líneas celulares de experimentación.

Esta vigésima quinta entrega, toma por asalto temas políticos describiendo la tipología de las candidaturas independientes, se hace algunas preguntas sobre el Golfo de México o del comportamiento de los votantes latinos en los Estados Unidos. Se lanza a buscar biomarcadores que ayuden al diagnóstico temprano del alzheimer, a escuchar lo oculto en las voces de la esquizofrenia.

Milenaria 25 nos lleva con sus *aspirinas para el alma* por cielos y lagunas, nos hace imaginar los encargos de ropa *de dibujando los días* y con *plumas al vuelo*, conmemoramos el infatigable empeño de la maestra Yolanda Sereno en la formación de destacados artistas que están rescatando el arte plumario en Michoacán.

Esperamos que este número sea de su agrado...



Figura 1. **Microplásticos hallados en una playa.** Imagen tomada de: <https://www.plastico.com/es/noticias/como-contrarrestar-la-contaminacion-por-microplasticos>

Microplásticos: pequeños fragmentos invisibles al ojo humano

Microplastics: small fragments invisible to the human eye

Ramón Guillermo Ortiz García¹, Israel Ríos García^{1,2}

1. Programa de Doctorado en Investigación Multidisciplinaria en Salud. Centro Universitario de Tonalá. Universidad de Guadalajara (UdeG). Tonalá, Jalisco, México. 2. Escuela de Salud Pública de México. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Cuernavaca, Morelos, México.

Contacto: israelrios648@gmail.com

Resumen. Si bien hace tiempo se sabe que los plásticos contribuyen a la contaminación del planeta debido a su producción excesiva y mínimo reciclaje, una nueva amenaza microscópica deriva de ellos, los microplásticos. Estos se definen como partículas plásticas de menos de 5 milímetros de tamaño, esta característica los hace casi omnipresentes, llegándose a encontrar en una infinidad de ambientes. Recientemente se han reportado microplásticos en tejidos y órganos humanos, incluidos en arterias y tejido embrionario. El impacto de los microplásticos en la salud humana es aún desconocido y continúa en investigación. Del mismo modo, ya empiezan a surgir políticas globales que buscan plásticos más seguros y sostenibles, dichos esfuerzos pretenden reducir el impacto ambiental y sus probables daños a la salud humana.

Palabras clave: Plásticos, microplásticos, contaminantes emergentes

Abstract. While it has long been known that plastics contribute to the pollution of the planet due to their excessive production and minimal recycling, a new microscopic threat arises from them: microplastics. These are defined as particles less than 5 millimeters in size, this characteristic makes them almost omnipresent, being found in an infinite number of environments. Recently, microplastics have been reported in human organs and tissues, including arteries and embryonic tissue. The impact of microplastics on human health is still unknown and is still under investigation. Likewise, global policies are already beginning to emerge that seek safer and more sustainable plastics, these efforts aim to reduce the environmental impact and their probable issues to human health.

Keywords: Plastics, microplastics, emerging pollutants

Introducción

Se estima que para 2050 habrá más plástico que peces en los océanos (Garrido & Costanzo, 2022). Esto se debe a que el plástico es el principal residuo que llega a los océanos y a que su producción sigue en aumento. Tan solo en 2021, la producción de plásticos a escala mundial alcanzó las 400 millones de toneladas métricas (PlasticsEurope, 2022).

El aumento en la producción de plásticos provoca que gran parte de estos terminen en basureros y océanos, generando un problema de contaminación ambiental (Guo et al., 2020). Los desechos plásticos persisten por años o incluso décadas en el ambiente, lo que ocasiona que gran parte de ellos se desintegren gradualmente en partículas más pequeñas, conocidas como microplásticos (Koelmans et al., 2019).

Los microplásticos son pequeñas partículas plásticas de menos de 5 milímetros de tamaño. Son el resultado de la fragmentación de objetos plásticos más grandes o bien fueron fabricados ya con ese tamaño para ser empleados en una infinidad de productos, desde neumáticos hasta productos de belleza, los cuales contienen *micropelras*, diminutas partículas utilizadas como ingrediente en exfoliantes y pastas dentales (PNUMA, 2024).

Como consecuencia de la persistencia de estos contaminantes en el ambiente, se han encontrado recientemente microplásticos en distintos tejidos y órganos humanos (Marfella et al., 2024; Ragusa et al., 2021). Sin embargo, el impacto en la salud en las personas por microplásticos es aún desconocido y no concluyente, puesto que se necesitan más estudios científicos que evalúen el efecto a largo plazo a estas partículas microscópicas.

El presente artículo tiene como objetivo divulgar información de forma clara y sencilla sobre los microplásticos y sus probables efectos adversos en la salud humana.

El descubrimiento de los microplásticos

El término “microplástico” fue usado por primera vez por Richard Thompson en 2004 en un artículo publicado en la revista *Science*, titulado “*Perdido en el mar: ¿dónde está todo el plástico?*” (Thompson et al., 2004). Donde destacaba la abundancia de fragmentos y microfibras de plástico en el océano, de tamaños que oscilaban en rangos milimétricos (Figura 1). “Es importante destacar que se trata de una variedad de materiales, existen diferentes tipos de polímeros y los microplásticos son de tamaños y formas diferentes”, sostiene el científico (Teruel, 2018).

Dado el tamaño diminuto de los microplásticos a menudo es confundido como alimento por peces pequeños y organismos marinos, mismos que servirán de alimento a otras especies en la cadena alimentaria y, de ahí podrían ser consumidos por las personas. De tal manera que, los microplásticos pueden ingresar al cuerpo a través de la ingesta de alimentos o agua contaminados, por inhalación de partículas plásticas presentes en el aire y, en menor frecuencia mediante el contacto dérmico (Torres, 2023).

Evidencia de microplásticos en humanos

En 2021 un grupo de investigadores reportó el primer hallazgo de microplásticos en humanos, en dicho estudio analizaron seis placentas humanas, mediante microespectroscopía Raman. Se encontraron microplásticos en cuatro de las seis placentas analizadas (Ragusa et al., 2021). Sin embargo, no se estimaron asociaciones con consecuencias en salud, por lo que no fue posible determinar la fuente o el riesgo por dicha exposición (Figura 2).

Un estudio más reciente, publicado en 2024 en la revista *New England Journal of Medicine*, reportó microplásticos en las arterias humanas (Marfella et al., 2024). Se trata de un

estudio de seguimiento de tres años en 257 participantes que se habían sometido a un procedimiento quirúrgico por enfermedad de la arteria carótida. El principal hallazgo de esta investigación es que “en aquellos pacientes en los que se detectaron microplásticos tuvieron un mayor riesgo de morir en los meses de seguimiento en comparación con aquellos en los que no se detectaron microplásticos” precisa un investigador del estudio (Mediavilla, 2024).

Iniciativas para reducir el problema del plástico

Recientemente se celebró en noviembre de 2024 en Busán, Corea del Sur, una reunión del Comité intergubernamental de negociación sobre la contaminación por plásticos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Dicha reunión busca aprobar el Tratado Global de Plásticos, el acuerdo

contempla la participación de más de 170 países (PNUMA, 2024).

Si bien no se busca una prohibición total, sí se espera disminuir la producción global y tomar medidas para que los plásticos que llegan a los usuarios sean más seguros y sostenibles. Como se mencionó anteriormente, la producción mundial de plásticos ronda las 400 millones de toneladas anuales, de no hacerse nada, dicha cifra podría llegar a multiplicarse por tres en 2060. Se espera que el tratado entre en vigor en 2025 después de la ratificación de al menos 50 países miembros (PNUMA, 2024; Garrido & Costanzo, 2022).

En nuestro país se han adoptado medidas para reducir los residuos plásticos. Un ejemplo, es la aprobación de leyes en distintos estados de la república que imponen restricciones a plásticos de un solo uso, tales como los desechables, bolsas de plástico, popotes, etcétera. Estas medidas reflejan el



Figura 2. Presencia de microplásticos en placenta.
Tomado de: <https://lacontaminacion.org/microplasticos-en-placentas-humanas/>

compromiso creciente con la protección del medio ambiente y la reducción de residuos plásticos (Ramírez, 2021).

Conclusión

La presencia de microplásticos en distintos ambientes acuáticos y terrestres, así como en especies marinas está bien documentada. Por su parte, en seres humanos la investigación es más reciente. Aunque la presencia de microplásticos en la naturaleza no es necesariamente nueva, la preocupación por las posibles consecuencias que estos pueden provocar en la salud sí lo es. En México, se generan alrededor de 6 millones de toneladas de residuos plásticos al año, de esa cifra menos del 9% se recicla adecuadamente. Por lo que se debe priorizar un reciclaje más eficiente de dichos residuos. La solución final es más complicada de lo que parece, sin embargo, debemos tomar acciones conjuntas para solucionar un problema de contaminación ambiental que está en camino de convertirse en una amenaza para la salud pública.

Referencias

- Guo, J. J., Huang, X. P., Xiang, L., Wang, Y. Z., Li, Y. W., Li, H., Cai, Q. Y., Mo, C. H., & Wong, M. H. (2020). Source, migration and toxicology of microplastics in soil. *Environment International*, 137, 105263. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105263>
- Koelmans, A. A., Mohamed Nor, N. H., Hermesen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., & De France, J. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. In *Water Research* (Vol. 155, pp. 410–422). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054>
- Marfella, R., Prattichizzo, F., Sardu, C., Fulgenzi, G., Graciotti, L., Spadoni, T., D'Onofrio, N., Scisciola, L., La Grotta, R., Frigé, C., Pellegrini, V., Municinò, M., Siniscalchi, M., Spinetti, F., Vigliotti, G., Vecchione, C., Carrizzo, A., Accarino, G., Squillante, A., ... Paolisso, G. (2024). Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *New England Journal of Medicine*, 390(10), 900–910. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2309822>
- PlasticsEurope. (2022). *Plastics-the Facts 2022 An Analysis of European plastics production, demand and waste data*. <https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2023/10/Plastics-the-facts-Facts-2023.pdf>
- Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. In *Environment International* (Vol. 146). Elsevier Ltd.

- <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>
- Ramírez, C. (03 de julio de 2024). *¿Cuáles son los estados con leyes que prohíben el uso de plásticos?* Diario del Sur. <https://oem.com.mx/diariodelsur/tendencias/cuales-son-los-estados-con-leyes-que-prohiben-el-uso-de-plasticos-13196694>
- Torres, R. I. (2023). *Los microplásticos: ubicuos y peligrosos*. Nexos. <https://ciencia.nexos.com.mx/los-microplasticos-ubicuos-y-peligrosos/>
- Thompson, R. C., Olson, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *Science*, 304(5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Teruel, A. (29 de diciembre de 2018). *Este científico usó por primera vez el término 'microplástico' en 2004, Fundéu lo ha elegido ahora palabra del año 2018*. El Diario. https://www.eldiario.es/ballenablanca/365_dias/cientifico-primer-utilizo-termino-microplasticos_1_1768402.html#:~:text=%E2%80%99CEs%20importante%20destacar%20que%20se,ellos%20no%20es%20tarea%20f%C3%A1cil
- Mediavilla, D. (07 de marzo de 2024). *Un estudio revela los primeros indicios de que los nanoplasticos dañan la salud de los humanos*. El País. <https://elpais.com/salud-y-bienestar/2024-03-08/un-estudio-revela-los-primeros-indicios-de-que-los-nanoplasticos-danan-la-salud-de-los-humanos.html>
- PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (25 de noviembre de 2024). *Tratado mundial contra la contaminación por plásticos es la prioridad del comité de negociaciones que sesiona por quinta vez*. [Comunicado de prensa]. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/tratado-mundial-contra-la-contaminacion-por-plasticos-es>

• Enviado: agosto 30, 2024 • Aceptado: febrero 28, 2025

El impacto de un Club de Ciencias en la divulgación científica: un ejemplo con auroras boreales

The impact of a Science Club on scientific outreach: aurora borealis as an example

Fernando Ricardo Aguilar Ruvalcaba, María Amparo Rodríguez Carrillo y María Esther Rodríguez Ramírez

Escuela Preparatoria No. 15, Sistema Educativo Medio Superior, Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México.

Contacto: maria.rodriguez5155@academicos.udg.mx

Resumen. La divulgación científica en el ámbito educativo conlleva un arduo trabajo de los docentes en la comprensión de su entorno en medio de la era digital, donde existe bastante información poco certera de diversos temas que los jóvenes reciben, por lo que los docentes deben orientarlos más allá de las aulas y de los programas institucionales. Por lo anterior, la Escuela Preparatoria No. 15 de la Universidad de Guadalajara creó el Club de Ciencias, integrado por profesores de distintas disciplinas, fomentando el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración interdisciplinaria en alumnos entre 15 y 19 años, que desean expandir sus conocimientos en distintas áreas científicas, contando con asesorías personalizadas. Un ejemplo de lo anterior fue la presentación del proyecto “El baile de Eos y Bóreas”, en un festival científico organizado por la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (SOLACYT), el cual trató sobre las auroras boreales, explicando cómo se originan. De esta forma, los estudiantes aprendieron lo que es una investigación cualitativa con un alcance explicativo, además del contenido teórico, realizando prototipos (maquetas) que permitieron explicar este fenómeno. Este proyecto propició una interacción de calidad entre los docentes, los jóvenes estudiantes y el objeto de conocimiento.

Palabras clave: Investigación cualitativa, Asesorías personalizadas, Festivales Científicos

Abstract Scientific dissemination in the educational field involves hard work for teachers in understanding their environment in the digital era, where there is a lot of inaccurate information on various topics that young people receive, so teachers must guide them beyond the classroom and institutional programs. For this reason, High School No. 15 of the University of Guadalajara created the Science Club, composed of teachers from different disciplines, encouraging critical thinking, creativity and interdisciplinary collaboration in students between 15 and 19 years old, who wish to expand their knowledge in different scientific areas, with personalized advice. An example of this was the presentation of the project “The dance of Eos and Boreas”, in a scientific festival organized by the Latin American Society of Science and Technology (SOLACYT), which dealt with the northern lights, explaining how they originate. In this way, the students learned what qualitative research with an explanatory scope is, in addition to the theoretical content, making prototypes (models) that allowed them to explain this phenomenon. This project provided a quality interaction between the teachers, the young students and the knowledge.

Keywords: Qualitative research, Personalized consulting, Science fairs

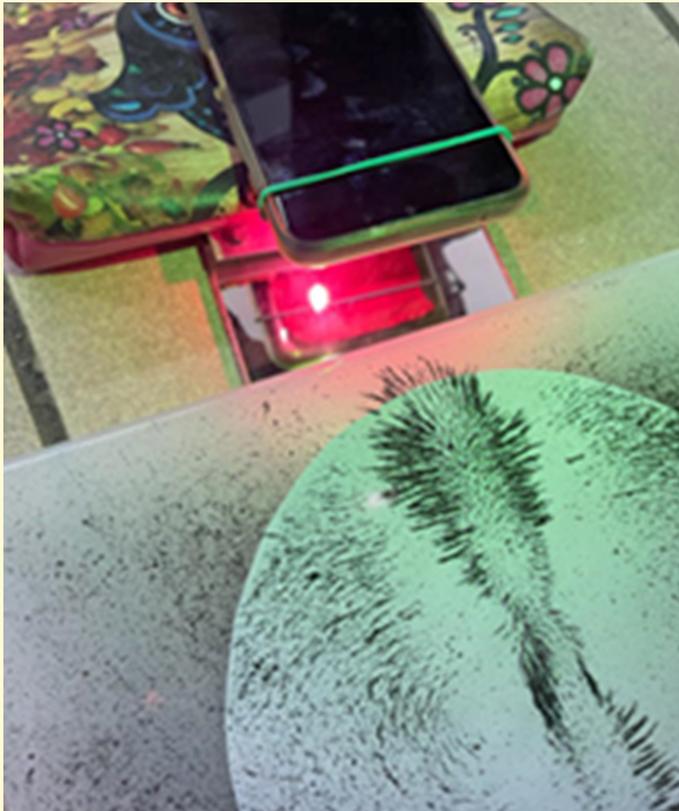


Figura 1. En esta imagen se aprecia el campo de la Tierra a través de imanes y polvo de hierro.

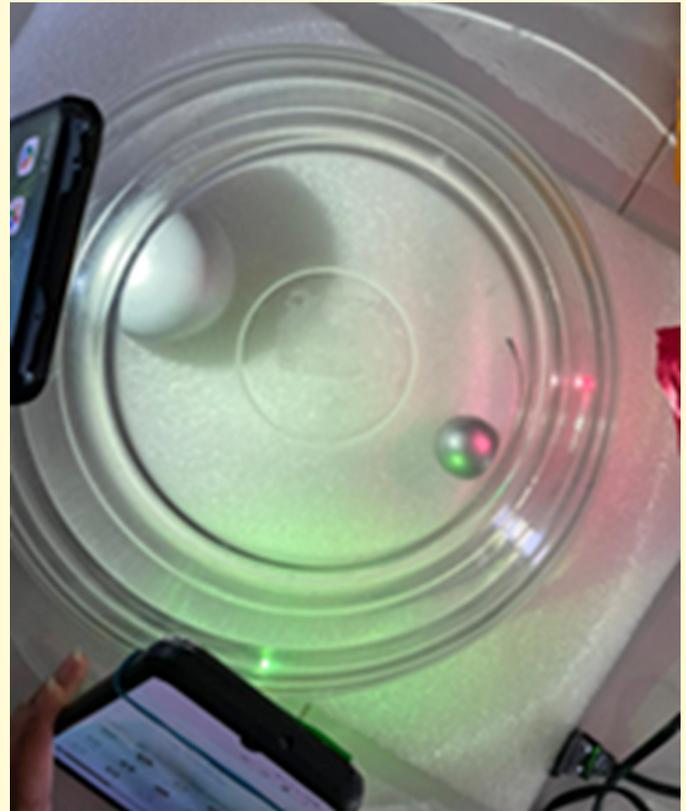


Figura 2. En esta imagen, se simula la coloración que adquieren las auroras bóreas.

La divulgación científica en el ámbito educativo es un verdadero viaje de descubrimiento. A primera vista, podría parecer una tarea sencilla; sin embargo, conlleva un arduo trabajo por parte de aquellos docentes que desean transmitir tanto el conocimiento como el gusto por el vasto campo de las ciencias.

Es aquí donde radica la importancia de la labor docente: no solo impartir conocimientos, sino también encender en los jóvenes la chispa de la curiosidad científica, la duda razonada y el amor por la verdad.

Este desafío es especialmente evidente en la era digital, donde la información falsa o imprecisa se disfraza de verdad y se esparce rápidamente. Actualmente, el mundo que nos rodea está inmerso en un constante bombardeo de información sobre las más diversas temáticas científicas, las cuales, con frecuencia, dejan muchas inquietudes en nuestros alumnos. Ellos comparten sus experiencias en el aula, y a través de esa información compartida nos percatamos de que reciben demasiada información errónea o parcialmente verdadera de

varios sitios de Internet, los cuales constituyen su principal fuente de información.

Como podemos intuir, algunos sitios de Internet, e incluso las redes sociales, se preocupan más por tener el mayor número de suscriptores que por brindar información de calidad, es decir, precisa y verdadera. Por ende, abundan temas como viajeros en el tiempo, sirenas, civilizaciones subterráneas, o la noción de que el hombre fue creado y no evolucionó de otros primates, y un largo etcétera, que aunque pueden sonar fascinantes, si no se abordan críticamente, pueden distorsionar la visión científica que tan cuidadosamente intentamos construir en los estudiantes (García & López, 2020).

El docente tiene la importante labor de orientar a los jóvenes estudiantes en cuestiones científicas, incluso más allá de lo que se enseña en las aulas, pues estas cuentan con temas ya establecidos en programas institucionales y por tanto limitados en cierta forma.

Debido a esto, en la Escuela Preparatoria No. 15 de la Universidad de

Guadalajara hemos asumido este reto con la creación de un Club de Ciencias, un espacio donde la pasión por aprender se convierte en el motor de la educación. Este club, que abre sus puertas a estudiantes de entre 15 y 19 años, ofrece un refugio para aquellos que desean explorar los misterios del universo y las ciencias con mayor profundidad, permitiéndoles expandir sus conocimientos en distintas áreas, generando un espacio de estudio y divulgación fortalecido en distintas áreas académicas.

El club de ciencias

El Club de Ciencias es más que un espacio multidisciplinar integrado por distintos maestros con formación profesional en los más diversos campos de las ciencias, tales como Química, Física, Biología, Matemáticas, etc. Es un lugar donde se fomenta el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración interdisciplinaria, a la vez que se atiende la demanda de todos aquellos alumnos interesados en el fomento de la ciencia en todas sus modalidades (Rodríguez et al., 2021). Por ello, cuenta con la participación de profesores de Lengua y

Literatura, así como de otras áreas, quienes ayudan a los estudiantes a expresar sus descubrimientos a través de cuentos científicos, ensayos de divulgación y biografías de grandes figuras de la ciencia.

A seis años de estar en continuo funcionamiento, este club ha permitido atender la demanda inmediata de los alumnos que desean incursionar en el campo de las ciencias con una mayor profundidad y alcance, ya sea proporcionando asesoría personalizada, apoyo técnico en la realización de algún proyecto científico, o preparación en las distintas competencias científicas como olimpiadas, concursos regionales, nacionales e internacionales. Por lo tanto, este Club de Ciencias proporciona un espacio a nuestros jóvenes estudiantes para conocer más acerca de los más diversos temas científicos que se presentan en la actualidad, y las acciones realizadas por los docentes se desempeñan con un alto profesionalismo.

Es importante subrayar que los docentes que realizan este acompañamiento lo hacen de forma voluntaria, ofreciendo su tiempo y esfuerzo para fomentar en cada uno de los alumnos que integran este club el amor por el conocimiento y la curiosidad por aprender, proporcionando para ello el seguimiento, monitoreo o asesoría en las actividades y proyectos, para de esta forma ofrecer una orientación más profunda acerca de las distintas actividades que se están realizando durante el ciclo escolar (Martínez, 2023).

El baile de Eos y Bóreas: Una forma de aprender jugando

Recientemente, se presentó en el club el proyecto “El baile de Eos y Bóreas”, que trata sobre las auroras boreales, un fenómeno natural que ha fascinado a la humanidad desde tiempos remotos. Este fenómeno ha dado origen a mitos y leyendas, como el mito griego en el que la diosa Eos, del amanecer, y su hijo Bóreas, dios del viento frío, realizaban una danza festiva por la llegada del dios del Sol, Helios. Con el avance de la ciencia, se ha desentrañado el misterio detrás de este fenómeno, que se forma cuando el viento solar, compuesto por electrones, protones y partículas alfa, interactúa con el campo magnético de la Tierra, dando lugar al cinturón de Van Allen, una zona

de gas ionizado cerca de los polos donde es más fácil apreciar las auroras boreales (NASA, 2021).

Es decir, las auroras boreales se forman gracias a que nuestro Sol genera un viento solar, compuesto de energía (luz y calor) a través de electrones, protones y partículas alfa, que se encuentran en el cuarto estado de la materia, el plasma, y que alcanzan una alta energía térmica, entre 1.5 y 10. Durante las tormentas solares, el viento solar alcanza la atmósfera terrestre con mayor intensidad, por medio de ventoleras intermitentes. Estas partículas son atrapadas por el campo magnético de la Tierra, formándose el cinturón de Van Allen, es decir, una zona de gas ionizado frío. Como el cinturón de Van Allen está a menor distancia cerca de los polos, y además el aire es menos denso, es más fácil apreciar este maravilloso evento de la naturaleza.

El proyecto encargado de explicar este fenómeno a los jóvenes fue producto del arduo esfuerzo de dos alumnos de nuestra escuela, quienes presentaron su trabajo en un festival científico organizado por una institución que se especializa en las ciencias, como lo fue en este caso la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (SOLACYT).

De esta forma, estos estudiantes aprendieron lo que es una investigación cualitativa con un alcance explicativo, además del contenido teórico, realizando dos prototipos a modo de maquetas que permitieron explicar el fenómeno que realiza el campo magnético de la Tierra. Esto les permitió comprender el segundo prototipo, que consistía en una maqueta donde se representaba la excitación de las moléculas de la atmósfera y su interacción con el cinturón de Van Allen.

Este proyecto propició una interacción de calidad entre los docentes, los jóvenes estudiantes y el objeto de conocimiento, logrando llevar un proyecto que nació en el aula de clases (intramuros) como una idea detonante que se prolongó fuera del aula (extramuros), y que favoreció además que nuestros estudiantes se mostraran en todo momento entusiasmados y alegres, además de propositivos e innovadores. De igual modo, se pudo superar la percepción de que las clases de ciencias son aburridas, complicadas o innecesarias. Estos

modelos o prototipos serán de gran utilidad en el desarrollo de las clases en el aula.

Conclusiones

Si bien la tarea de todo docente es apoyar a los alumnos en todo momento, la realidad es que el modelo escolar que debemos seguir limita en parte nuestra labor docente, por lo cual es fundamental la creación de espacios como el Club de Ciencias, donde los alumnos puedan recibir apoyo adicional en temas científicos y, lo más importante, donde puedan elegir sus proyectos y actividades de manera autónoma. De esta forma, desarrollan su creatividad y adquieren un conocimiento más profundo sobre los temas científicos de su interés. Los alumnos que participan en el club no solo obtienen conocimientos científicos, sino que también desarrollan habilidades sociales y artísticas, integrándose en una experiencia de aprendizaje rica y multifacética (Torres, 2019).

Por ello, es importante enfatizar la importancia de estos espacios de aprendizaje, pero aún más importante, es fomentar esa sed de conocimiento en cada uno de los estudiantes y permitirles a los jóvenes que escojan sus actividades y proyectos de manera autónoma, permitiéndoles desarrollar su propia creatividad, además de conocer más profundamente los temas de la ciencia que sean de su interés. Los alumnos que participan en este Club de Ciencias cuentan con una experiencia rica en aprendizaje, tanto científico como social y artístico, adquiriendo nuevos conocimientos, valores e integración social.

Referencias

- García, P., & López, M. (2020). El rol del docente en la orientación científica. *Educación y Ciencia*, 22(4), 89-102.
- Martínez, A. (2023). La importancia del acompañamiento docente en proyectos extracurriculares. *Educación y Desarrollo*, 11(1), 17-29.
- NASA. (2021). Auroras boreales: Un fenómeno natural explicado. Recuperado de <https://nasa.gov/auroras>.
- Rodríguez, F., Pérez, L., & Sánchez, C. (2021). Clubes de ciencias como espacios de aprendizaje interdisciplinarios. *Innovación Educativa*, 34(1), 23-35.
- Torres, R. (2019). La creatividad en la educación científica. *Revista de Innovación Educativa*, 19(2), 66-79.

Evaluación de Modelos de Pronóstico de Viento creados con el modelo Weather Research and Forecasting

Evaluation of Wind Forecast Models

Damián Campuzano Milián¹; Erasmo Cadenas Calderón¹;
Rafael Campos Amezcua²

1. Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán
2. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Tecnológico Nacional de México. Cuernavaca, Morelos, México.

Contacto: damian.campuzano@umich.mx

Resumen. ¿Alguna vez te has preguntado cómo sabemos si hará viento o lloverá mañana? Predecir el clima no solo nos ayuda a decidir qué ropa usar, sino que también es fundamental para sectores como la agricultura, la generación de energía y la prevención de desastres naturales. Desde planificar la siembra hasta aprovechar el viento para generar electricidad, las predicciones meteorológicas tienen un impacto directo en nuestras vidas. En este contexto, el modelo WRF (Weather Research and Forecasting) es una herramienta poderosa que permite simular y predecir fenómenos atmosféricos. Sin embargo, como cualquier modelo, necesita ser evaluado para garantizar que sus predicciones sean confiables. En este artículo te contamos cómo se lleva a cabo este proceso de validación, utilizando datos de fuentes como la NASA y el National Center for Atmospheric Research (NCAR). Nos centramos en La Mata, un pequeño pueblo de Oaxaca con un gran potencial para la energía eólica. Aquí, el viento no solo es parte del paisaje, sino también una promesa de energía limpia y renovable. Validar las predicciones del modelo WRF implica compararlas con datos reales, utilizando tanto herramientas visuales como métodos matemáticos. Descubrimos que combinar estas estrategias nos permite obtener una imagen mucho más precisa y confiable del comportamiento del viento. Este tipo de estudios no solo mejoran la ciencia detrás de las predicciones, sino que también tienen un impacto real en la vida de las personas, ayudando a planificar mejor el uso de recursos naturales y fomentando el desarrollo sostenible.

Palabras clave: modelo WRF, energía eólica, validación de modelos.

Abstract. Have you ever wondered how we know if it will be windy or rainy tomorrow? Weather forecasting not only helps us decide what to wear, but it is also crucial for sectors such as agriculture, energy production, and disaster prevention. From planning crop planting to harnessing wind for electricity, weather predictions have a direct impact on our daily lives. In this context, the Weather Research and Forecasting (WRF) model is a powerful tool that allows us to simulate and predict atmospheric phenomena. However, like any model, it needs to be evaluated to ensure its predictions are reliable. In this article, we explain how this validation process works, using data from sources such as NASA and the National Center for Atmospheric Research (NCAR). We focus on La Mata, a small town in Oaxaca with great potential for wind energy. Here, the wind is not only part of the landscape but also a promise of clean and renewable energy. Validating the WRF model's predictions involves comparing them with real-world data, using both visual tools and mathematical methods. We found that combining these strategies provides a much more accurate and reliable picture of wind behavior. This type of study not only enhances the science behind weather predictions but also has a real impact on people's lives by improving resource management and promoting sustainable development.

Keywords: WRF model, wind energy, model validation.



Figura 1. Turbinas eólicas (AESVAL,2022).

Introducción

La energía eólica ha emergido como una de las fuentes de energía renovable más prometedoras en las últimas décadas, jugando un papel crucial en la transición hacia un modelo energético sostenible y de bajo impacto ambiental. Esta fuente de energía, que se basa en la conversión del movimiento del viento en electricidad, ofrece la ventaja de ser inagotable y de no generar emisiones contaminantes durante su operación. Su importancia es cada vez mayor en la matriz energética global, especialmente en regiones con un alto potencial eólico (National Geographic, 2022).

La predicción precisa del viento es esencial para maximizar la eficiencia y la viabilidad económica de los parques eólicos (Figura 1). Una predicción

adecuada permite optimizar la operación de las turbinas, planificar la integración de la energía eólica en las redes eléctricas y reducir los riesgos asociados con la variabilidad del recurso. Sin embargo, la naturaleza altamente dinámica y no lineal del viento presenta desafíos significativos para su modelado y predicción, especialmente en regiones complejas como las zonas montañosas o costeras.

En México, la investigación y desarrollo en el campo de la energía eólica han avanzado considerablemente en los últimos años, impulsados por el vasto potencial eólico del país, particularmente en regiones como el Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca. A pesar de este progreso, la predicción del viento aún enfrenta limitaciones significativas debido a la escasez de estudios regionales detallados y la falta de modelos de predicción ajustados a las condiciones específicas del territorio mexicano. Esto contrasta con la situación en otros países con una industria eólica más madura, donde la investigación sobre la predicción del viento ha avanzado notablemente, apoyada por una infraestructura robusta de observación y modelado (AMDEE, 2024).

El presente estudio aborda esta brecha de conocimiento, centrándose en la validación de las predicciones de velocidad del viento generadas por el modelo Weather Research and Forecasting (WRF) en la región de La Mata, Oaxaca. Este trabajo no solo busca mejorar la comprensión de la precisión de los modelos de pronóstico en contextos locales, sino también contribuir al desarrollo de métodos de validación que puedan ser aplicados en otras regiones del país con potencial eólico. De esta manera, se pretende proporcionar una base sólida para futuras investigaciones que fortalezcan la capacidad de México para aprovechar de manera efectiva su recurso eólico.

Creación del modelo de pronóstico

Para predecir cómo se comportará el viento en La Mata, utilizamos un modelo avanzado llamado WRF (Weather Research and Forecasting). Este proceso se dividió en tres pasos principales. Primero, preparamos los datos que el modelo necesita para hacer

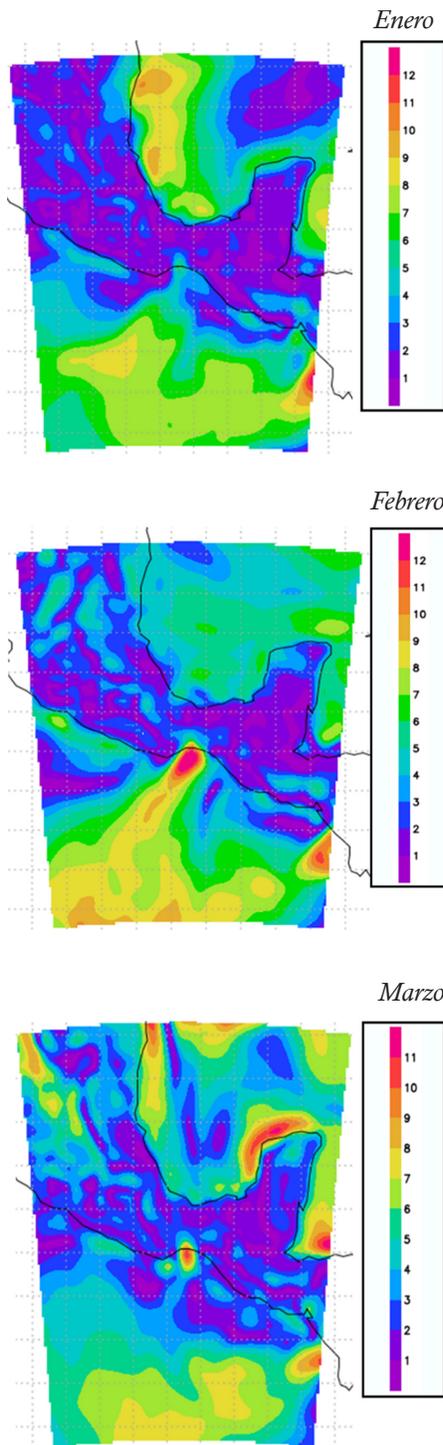


Figura 2. Modelo de velocidad del viento promedio elaborado con WRF.

las predicciones (NASA, 2024). Esto se hizo utilizando un sistema que organiza y ajusta la información, como las condiciones del clima en el pasado y otros detalles específicos de la región de La Mata.

El segundo paso consistió en hacer que el modelo trabajara mediante una

técnica matemática compleja conocida como integración numérica. Este proceso implica utilizar cálculos matemáticos para simular el comportamiento del viento bajo diferentes condiciones climáticas durante el periodo de tiempo previsto. Fue en este paso cuando el modelo calculó cómo se comportaría el viento durante un periodo de 48 horas, repitiendo las predicciones para tres días específicos en los meses de enero, febrero y marzo de 2024.

Finalmente, en el tercer paso, analizamos los resultados obtenidos del modelo utilizando un software que nos permitió visualizar y entender cómo se comporta el viento según lo predicho por el modelo. Este proceso nos ayudó a obtener información más clara y precisa para entender la dinámica del viento en la región.

Validación del modelo de pronóstico

En el recurso cualitativo propuesto para la validación con datos de NASA Giovanni, se reveló una correspondencia notable entre las predicciones del WRF y las observaciones; como podemos observar en las Figuras 2 y 3, las velocidades del viento promedio para los días 1 al 3 de enero, 1 al 3 de febrero y 1 al 3 de marzo oscilaron entre 3 y 7 m/s según el modelo, comparadas con rangos observacionales de NASA Giovanni donde va de 4.3 a 6.7 m/s para los mismos periodos y ubicaciones como lo podemos ver en la Figura 3. Esta comparación visual facilitó una comprensión más inmediata y global de la precisión del modelo, destacando la utilidad de los mapas para la validación regional.

Para la validación cuantitativa, se utilizaron datos observacionales de los recursos energéticos globales de la NASA (NCAR, 2024), comparándose las predicciones del WRF con datos reales específicos del sitio de estudio mediante las métricas de Error Promedio Absoluto (MAE), Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) y Coeficiente de Correlación de Anomalías (ACC). Los resultados variaron ligeramente entre los diferentes periodos, con etiquetas de “excelente” y “bueno” para los diferentes horizontes

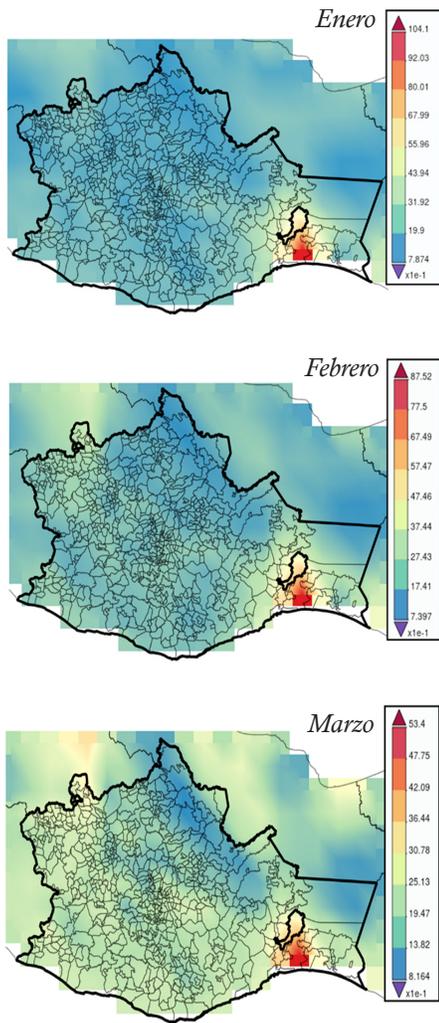


Figura 3. Velocidad del viento promedio elaborado con datos observacionales de NASA GIOVANNI.

de pronóstico, destacando el rendimiento robusto del modelo en la región de estudio, observando de manera gráfica el comportamiento de la velocidad cada hora del 1 al 3 de enero, febrero y marzo en la Figura 4.

Los mapas y las gráficas no solo muestran los números, sino que permiten ver de manera clara cómo se comporta el viento en la región y qué tan cerca están las predicciones del modelo de la realidad.

Conclusiones

La validación cuantitativa ha demostrado ser una estrategia eficaz para evaluar la precisión del WRF en la predicción de la velocidad del viento y en este sentido para el estudio realizado en La Mata, Oaxaca, no fue la excepción. Mientras que las métricas de

error proporcionaron una evaluación detallada para ubicaciones específicas, el recurso cualitativo adicional nos brindó una validación regional con datos de NASA Giovanni (NASA Giovanni, 2024), ofreciendo una visión más amplia y visualmente más atractiva. Este enfoque complementario no solo resalta la precisión del WRF, sino que también resalta la importancia de utilizar enfoques combinados, que incluyan tanto análisis visuales como matemáticos, para verificar la precisión de los modelos meteorológicos. Estos métodos son esenciales no solo para mejorar futuras investigaciones, sino también para aplicaciones prácticas que dependen de predicciones meteorológicas confiables.

Referencias

AESVAL (2022). *La importancia de la energía eólica*. Consultado en: <https://aesval.es/la-importancia-de-la-energia-eolica/>

AMDEE (2024). *Asociación Mexicana de Energía Eólica*. Consultado en: https://amdee.org/es_es/

NASA (2024). "NASA Prediction of Worldwide Energy Resources". Consultado en: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

NASA Giovanni (2024). "Giovanni The Bridge Between Data and Science v 4.40". Consultado en: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

National Geographic (2022). *¿Qué es la energía eólica?*. Consultado en: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-la-energia-eolica>

NCAR (2024). "Data for Climate & Weather Research". Consultado en: <https://rda.ucar.edu/>

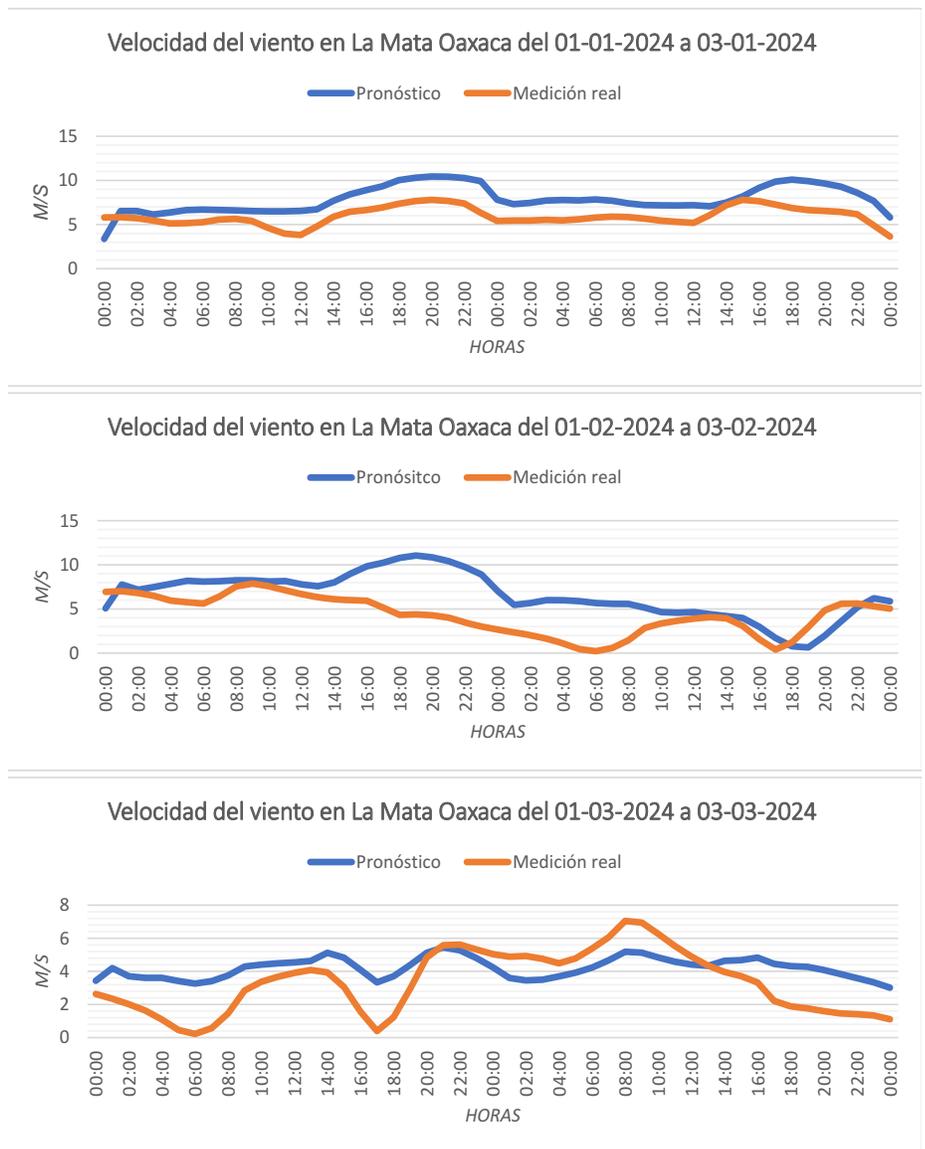


Figura 4. Comparación entre las predicciones del viento (pronosticado) y las mediciones reales (real) en La Mata, Oaxaca, durante los días 1 al 3 de enero, febrero y marzo de 2024.



Figura 1. México es el principal exportador de café orgánico (tomado de: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos>).

Características y beneficios de los alimentos orgánicos en México

Characteristics and benefits of organic foods in Mexico

Jesús Alberto Montalvo Morales, Osiris María Echeverría Ríos
y Arianna Núñez Caraballo

Facultad de Ciencias de la Administración,
Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

Contacto: ariannanunez@uadec.edu.mx

Resumen. La industria alimenticia tiene un gran compromiso con la sociedad al desarrollar y distribuir alimentos que contribuyan a la seguridad alimentaria del consumidor y al cuidado del medio ambiente. En este artículo se habla sobre el beneficio del consumo de productos orgánicos para la salud y el planeta, el proceso de certificación, el apoyo gubernamental en México y el precio de los productos orgánicos.

Palabras clave. beneficios, consumidor, alimentos orgánicos

Abstract. Health is vital for human beings, so each person's diet has a close relationship with health. The food industry has a great commitment to society by developing and distributing foods that contribute to consumer food security and care for the environment. This article talks about the benefit of consuming organic products for health and the environment, the certification process, government support in Mexico and the price of organic products.

Key words. benefits, consumer, organic food

Introducción

La preocupación de los consumidores por el medio ambiente, la salud y la alimentación saludable se ha incrementado en la actualidad, lo que trae consigo la búsqueda de alternativas que permitan una producción de alimentos libres de sustancias nocivas para el consumo humano y que, a la vez, no representen un daño a los recursos naturales de suelo, agua, aire y organismos.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible estableció 17 ambiciosos objetivos a alcanzar en los ámbitos económico, social y ambiental a nivel internacional. Dentro de este amplio plan, en el objetivo duodécimo se establece lo siguiente: "Garantizar modalidades de producción y consumo sostenible" (ONU, 2022); conseguir lo anterior contribuiría al cuidado y la protección del medio ambiente, enfatizando la necesidad de involucrar a los participantes de la cadena de suministro completa, desde el productor hasta el consumidor final. Las empresas que quieren ser socialmente responsables necesitan que sus actividades se realicen de forma alineada a los criterios de sostenibilidad que

proponen las instituciones internacionales y a la vez, las nacionales que expiden las certificaciones propias para un producto en una zona específica de un país.

No cabe duda de que, la agricultura orgánica es un eslabón clave para alcanzar los objetivos de la agenda 2030 ofreciendo soluciones viables en varias áreas tales como salud, ecología, equidad y cuidado del medio ambiente (IFOAM, 2021).

En México se introdujo la comercialización de productos orgánicos en los años sesenta como resultado del crecimiento de la demanda europea, estos productos como: café, plátano, Jamaica y vainilla entre otros provinieron principalmente de zonas indígenas de los estados de Chiapas y Oaxaca, porque tienen una agricultura tradicional en donde no se utilizan químicos para la producción (Profeco, 2018).

Alimentos orgánicos

En los años ochenta la idea de un producto alimenticio orgánico comenzó a desarrollarse, la población comenzó a tener en cuenta los factores que afectan al medio ambiente y la protección de las condiciones laborales de los agricultores además del valor nutritivo de los alimentos (Ortega, 2022).

De acuerdo con la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) los alimentos orgánicos son “productos que se cultivan, crían y procesan utilizando métodos naturales. En el caso de la agricultura, no se utilizan químicos, como pesticidas, fertilizantes sintéticos, aguas residuales, o variedades transgénicas. En la ganadería no se administran a los animales hormonas de crecimiento, anabólicos o antibióticos, ni se les alimentan con comida sintética” (Profeco, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) plantea una perspectiva más amplia sobre el término, porque toma el cuidado del medio ambiente en consideración. Cuando se tiene una agricultura orgánica se incrementa la fertilidad del suelo a largo plazo, disminuye la probabilidad de

contaminar el agua subterránea, mitiga el efecto invernadero y el calentamiento global y se protege la biodiversidad (FAO, 2019). Su adopción requiere un 30% más de mano de obra por hectárea con respecto a la producción convencional (IFOAM, 2021). Actualmente la agricultura orgánica tiene grandes expectativas de crecimiento, cada vez más empresas están realizando inversiones dirigidas a los productos con mayor rentabilidad y valor de la producción.

En virtud de lo anterior México ha logrado contar con una presencia cada vez mayor en la producción y comercialización de alimentos orgánicos en el mundo. Destacándose principalmente en la producción de frutas, vegetales y café (Fig. 1). Michoacán es el estado con la mayor cantidad de hectáreas destinadas a la producción agrícola orgánica y el aguacate es el fruto orgánico que participa del 85 % del valor de la producción; el resto lo aportan otros cultivos como la zarzamora, el mango y el tomate rojo (SIAP, 2021).

Certificación de productos orgánicos

Con el objetivo de garantizar la calidad de los alimentos orgánicos se crearon organismos para avalar el cuidado del agua y del suelo, el procesamiento de los alimentos, las prácticas de cultivo y la responsabilidad social. El Servicio

Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad (SENASICA, 2021) creó el distintivo “Orgánico SAGARPA México” (figura 1) el cual avala que los alimentos cumplen con los criterios de producción orgánica establecidos en la Ley de Productos Orgánicos, lo anterior tiene por objetivo desarrollar la confianza y credibilidad en los consumidores sobre la calidad de los alimentos que consume. Por tanto, el distintivo es un reflejo de la excelencia del producto.

Para los productores que deseen producir, certificar y comercializar sus productos como orgánicos, la obtención de la marca implica una fuerte inversión que asegura la solicitud. El proceso de acreditación, la impresión, el etiquetado del distintivo, así como las cuotas anuales de certificación (Fig. 2). No obstante, todas las ventajas para el caso de pequeños productores, el costo supone un problema por la insuficiencia de recursos (Ortega, 2022). El primer año de certificación es el más complicado por el proceso de aprendizaje (SENASICA, 2021).

A pesar de la importancia de este distintivo, el gobierno federal asume una mínima aportación para promover la agricultura orgánica como forma de contribuir a la sostenibilidad, provoca que muchos agricultores contraigan deudas porque si su producto no obtiene la certificación tendrían pérdidas, pues tiene que vender el producto como convencional. No obstante, el principal apoyo gubernamental consiste en el pago de la participación en talleres, capacitaciones y ferias agrícolas.

En la actualidad SENASICA se encuentra en negociaciones desde al año 2016 con la Unión Europea para lograr un Acuerdo de Equivalencia Mutua en las regulaciones y sistemas de control de los productos orgánicos, aunque hasta ahora no se ha logrado consolidar (SAGARPA, 2017).

Beneficios de los productos orgánicos

Es necesario que el consumidor tome mejores decisiones al adquirir productos basados en el beneficio de su salud y no por necesidad o poder adquisitivo, este último muchas veces ocasiona el consumo de comida chatarra (Yahuaca, 2023). También hoy en día no existe una difusión clara de los beneficios



Figura 2. Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos.

del consumo de productos orgánicos sobre la salud y sobre el cuidado del medio ambiente con prácticas de producción sostenibles, lo que hace que la población no disponga de información para decidir su compra e incrementar el consumo de productos orgánicos en su dieta diaria. El consumo de alimentos orgánicos trae beneficios para la salud porque poseen más antioxidantes (alrededor de 30%), no tienen antibióticos ni residuos agroquímicos, ayudando a evitar la resistencia a los antibióticos, son más agradables por su sabor, olor y frescura y están recomendados para personas que padecen enfermedades cuya alimentación debe ser muy particular y rigurosa (López, 2019).

Es importante el desarrollo de estrategias de marketing, el uso de redes sociales y el internet para demostrar la importancia de la compra de alimentos orgánicos independientemente del nivel de ingreso y el nivel de educación; la información que tenga el consumidor es clave para el diseño de estrategias comerciales efectivas que otorguen mayor competitividad a la oferta productiva empresarial actual.

El beneficio con respecto al medio ambiente radica que al comparar la huella de carbono en el sistema convencional y el orgánico, se encontró que para producir un kilogramo de café orgánico se genera una huella de 0.11 kg de CO₂, en comparación con el café del mismo tipo producido en el sistema convencional, el cual genera 0.33 kg de CO₂, con lo cual se puede concluir que los sistemas de producción orgánica de café representan un papel importante en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y por consiguiente en la reducción del agujero en la capa de ozono (Peralta, 2022).

El precio de los alimentos orgánicos

En la actualidad la accesibilidad a los productos orgánicos es cada vez mayor, ahora además de tiendas naturistas y establecimientos especializados, también se encuentran en las cadenas de supermercado. El consumo de alimentos en un contexto de sustentabilidad es una respuesta al estado interno del consumidor donde se engloba su estado emocional, sus valores y su actitud; el consumidor orgánico es impulsado por tener una identidad de consumidor de

orden superior, un consumidor ambientalmente consciente (Andrade, 2018). A pesar de que el precio es un factor importante que ha limitado el incremento de su demanda, los consumidores de alimentos orgánicos no son tan sensibles al precio, su compra se ve orientada al valor que perciben del producto y el cuidado del medio ambiente por parte de la empresa que los produce (López, 2019). Un mayor poder adquisitivo permite destinar un mayor porcentaje del gasto en alimentos orgánicos ya que no representa una restricción financiera.

Las principales barreras que existen para el consumo de orgánicos es el precio y el ingreso de los consumidores. Los alimentos orgánicos son más caros que los convencionales por su escala de producción menor, alto costos de certificación, requieren de controles estrictos en el proceso productivo, requieren de un 30% más de personal para su atención, implica mayores costos de logística y tienen un empaque especial para su conservación (Andrade, 2018), sin embargo el interés creciente y la búsqueda del aspecto de la salud por los estudiantes universitarios junto con las recomendaciones de los usuarios online contribuye al aumento del consumo de estos alimentos entre los jóvenes con poder adquisitivo (Andrade, 2018).

Conclusión

El futuro trae retos para incrementar prácticas más saludables y sostenibles en la alimentación, por tanto, incrementar los sembradíos orgánicos es una meta muy acertada en la que el gobierno debe tener participación, ya que México tiene una posición geográfica privilegiada, posee una disponibilidad aproximada de 20 millones de hectáreas para sembrar diversidad de productos agrícolas en valles, litorales, planicies, albergando una enorme riqueza en la variedad de topología y climas.

Sin embargo, existe desconocimiento en gran parte de los consumidores de la importancia de los productos orgánicos para la salud y el medio ambiente, provocando que el número de consumidores socialmente responsable sea menor. El precio es un elemento importante en países donde la inflación crece por año haciendo que el consumidor si quisiera ser socialmente responsable tenga una barrera limitante.

En la actualidad se ha visto un aumento del consumo de productos orgánicos por parte de jóvenes ya que las redes sociales han jugado un papel importante en esta generación.

Sin embargo, y a pesar de la considerable evidencia del beneficio del consumo de alimentos orgánicos, los determinantes del comportamiento de compra orgánico siguen siendo inciertos, y quedan sujetos a variables de tipo contextual y delimitadas a la percepción de los propios consumidores.

Referencias

- Andrade, C. M. (2018). Demanda y Consumo de Productos Orgánicos en el Cantón Riobamba, Ecuador. . Información Tecnológica, 3-14.
- FAO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de ¿Qué es la agricultura orgánica? : <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>
- IFOAM. (2021). International Federation of Organic Agriculture. Obtenido de Sustainable Development: <https://www.ifoam.bio/ourwork/what/sustainable-development>
- López, S. G. (2019). Factores que influyen en la compra de alimentos orgánicos en México. Un análisis mixto. Small Business International Review, 69-85.
- ONU. (2022). Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de Objetivos y metas de desarrollo sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortega, P. I. (2022). Agricultura orgánica en Michoacán, México: evidencias de sostenibilidad. Inquietud Empresarial, 97-112.
- Peralta, J. e. (2022). Estrategia de certificación orgánica de cafetales en la Sierra de Santa Marta, Sotepan, Veracruz. . Invention, 1-10. 10.30973/<https://invention/2022.18.45/4>
- Profeco. (2018). Procuraduría Federal del Consumidor . Obtenido de Alimentos orgánicos: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/alimentos-organicos?state=published>
- SAGARPA. (2017). Gobierno de México. Obtenido de Promueve sagarpa productos orgánicos mexicanos: www.gob.mx/agricultura/prensa/promueve-sagarpa-productos-organicos-mexicanos-en-mercados-internacionales
- SENASICA. (2021). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad. Obtenido de Guías e infografías de productos orgánicos: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/guias-e-infografias-de-productos-organicos?state=published>
- SIAP. (24 de abril de 2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de Anuario estadístico de la producción agrícola: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Yahuaca, J. B. (2023). Seguridad alimentaria y responsabilidad social de la industria de alimentos. Milenaria, Ciencia y Arte, 21: 25-28. <https://doi.org/10.35830/mcya.vi21.341>

Chapulín de milpa como una proteína alternativa

Milpa Grasshopper as an alternative protein

Karina Denise Álvarez Contreras, Andrés Alejandro Damián Reyna

Tecnológico Nacional de México, campus Puruándiro,
Departamento de ingeniería en industrias alimentarias. Puruándiro, Michoacan.

Contacto: andres.damian@puruandiro.tecnm.mx

Resumen. El interés en el uso de proteínas alternativas ha aumentado significativamente en los últimos años debido a la búsqueda de mejores opciones nutricionales y la preocupación por el impacto ambiental de la producción de carne. Entre estas fuentes alternativas, los insectos como los chapulines son consumidos en algunas regiones de México y tienen un alto contenido de proteínas, superando a las carnes tradicionales como el pollo y la carne de res. Diversos estudios han investigado el perfil nutricional de estos insectos, encontrando que ofrecen altos niveles de proteínas, lípidos, vitaminas y otros nutrientes beneficiosos. Además, se han desarrollado productos alimenticios fortificados con harina de chapulín, demostrando buena aceptabilidad y altos niveles de digestibilidad. Estos hallazgos sugieren que las proteínas derivadas de insectos son una excelente opción para mejorar las características nutricionales de diversos alimentos.

Palabras clave. Chapulín, Proteína, Alternativa.

Abstract. Interest in the use of alternative proteins has increased significantly in recent years, due to the search for better nutritional options and concerns about the environmental impact of meat production. Among these alternative sources, insects such as grasshoppers are consumed in some regions of Mexico and have a high protein content, surpassing traditional meats such as chicken and beef. Various studies have investigated the nutritional profile of these insects, finding that they offer high levels of protein, lipids, vitamins and other beneficial nutrients. In addition, food products fortified with grasshopper flour have been developed, demonstrating good acceptability and high levels of digestibility. These findings suggest that insect-derived proteins are an excellent option to improve the nutritional characteristics of various foods.

Key words. Grasshoppers, Protein, Alternative.

El uso de proteínas alternativas ha crecido de manera significativa en los últimos años, ya que el consumidor constantemente está en busca de fuentes de proteína distintas a las convencionales, sea por la necesidad de buscar una mejor opción nutricional o por la creciente preocupación de del daño que las industrias de producción de carne generan al medio ambiente.

Desde tiempos ancestrales nuestros antepasados consumían insectos como un pilar de su alimentación (Ramos-Elorduy, 2008a). En la actualidad, se han registrado 547 especies de insectos comestibles en México, entre ellas: libélulas, saltamontes, grillos, cucarachas, termitas, chinches, cigarras, escarabajos, mariposas, moscas, mosquitos, abejas, abejorros, avispas y hormigas (Ramos-Elorduy, 2008). Los chapulines o chochos son insectos comunes en México, pertenecientes al orden Orthoptera, considerados como plagas agrícolas en algunas regiones y consumidos en otras (Del Val de Gortari and Moreno-Calles, 2022).

Si bien los valores nutricionales de estos insectos se ven influidos por la especie, sexo, etapa del ciclo de vida y condiciones ambientales y de alimentación, diversos autores (Blásquez et al., 2012; González et al., 2019), han estudiado los macronutrientes, perfil de aminoácidos, contenido de proteínas, lípidos,



Figura 1. Ejemplares de chapulines en estado juvenil en el campo de Puruándiro, Michoacán.



Figura 2. Chapulín de milpa (*Sphenarium purpurascens*) en fase juvenil.

vitaminas y propiedades tecnofuncionales de varios insectos.

En concreto, varios autores han reportado contenidos de proteína en un rango de 43.9% a 77.1% para diferentes especies de saltamontes y grillos (Ramos-Elorduy, 2008a). Porcentajes que resultan ser superiores en comparación con los reportados en proteínas tradicionales como en carne de pollo o bovino las cuales solo el 20% de esas es proteína (USDA, 2023).

Tradicionalmente, el consumo de los chapulines se realiza después de un tostado o fritura, adicionando chile, sal u otros aditivos para sazonalos. Su textura se ha comparado con la del pescado frito (Del Val de Gortari & Moreno-Calles, 2022).

Se ha reportado el uso de chapulines de distintas especies (genus *Melanoplus*, *Encoptolophus*, *Arphia*, *Boopedon*, *Sphenarium*), así como las harinas de los mismos, en el desarrollo de diferentes productos alimenticios, con el fin de obtener alimentos fortificados con los aportes nutrimentales que con anterioridad ya se mencionaron (Ramos-Elorduy et al., 1997). La harina de chapulín de milpa (*Sphenarium purpurascens*), ya sea harina natural o harina tostada (Aragón-García et al., 2018), destaca por su alta fibra asimilable por el organismo, por lo que se le considera de una alta digestibilidad. El desarrollo de una tostada de maíz enriquecida con harina



Figura 3. Chapulines de milpa (*Sphenarium purpurascens*) en fase adulta.

de chapulín obtuvo resultados favorables ya que presento un alto nivel de aceptabilidad, evaluando los compuestos bioactivos, digestibilidad y aceptación. (Cortizo Fontenla, 2018). Con base a los resultados obtenidos tras estos estudios se sugiere el uso de esta proteína como una excelente opción para ser adicionada en diversos productos alimenticios mejorando sus características nutricionales.

En conclusión, se puede considerar que el chapulín mexicano es una buena fuente de proteína, su explotación genera un menor impacto ambiental que las fuentes tradicionales y se le puede dar uso como ingrediente en diversos productos alimenticios.

Referencias

- Aragón-García, A., Rosalba Rodríguez-Lima, D., Pino-Moreno², J. M., Aragón-Sánchez, M., Carlos-Ángeles¹, S., & García-Pérez¹, A. (2018). Valor nutritivo de la harina del chapulin *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Orthoptera: Pyrgomorphidae) tostado y natural. *Revista Entomologica de Mexico*, 5, 106–112.
- Blásquez, J. R.-E., Moreno, J. M. P., & Camacho, V. H. M. (2012). Could Grasshoppers Be a Nutritive Meal? *Food and Nutrition Sciences*, 03(02), 164–175. <https://doi.org/10.4236/FNS.2012.32025>
- Cortizo Fontenla, M. (2018). *Desarrollo de una tostada de maíz enriquecida con harina de chapulín. Caracterización de compuestos bioactivos, digestibilidad y aceptación sensorial*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/110540>
- Del Val de Gortari, E., & Moreno-Calles, A. I. (2022). La paradoja de los chapulines. *Herreriana*, 4(1), 6–10. <https://doi.org/10.29057/H.V4I1.8741>
- González, C. M., Garzón, R., & Rosell, C. M. (2019). Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flours. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 205–210. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2018.03.021>
- Ramos-Elorduy, J. (2008a). Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance. *Ecology of Food and Nutrition*, 47(3), 280–297. <https://doi.org/10.1080/03670240701805074>
- Ramos-Elorduy, J. (2008b). Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance. *Ecology of Food and Nutrition*, 47(3), 280–297. <https://doi.org/10.1080/03670240701805074>
- USDA. (2023). *Chicken, breast, boneless, skinless, raw - USDA FoodData Central Food Details*. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2646170/nutrients>



Figura 4. Chapulines de milpa (*Sphenarium purpurascens*) fritos adobados.



Figura 5. Chapulín de milpa (*Sphenarium purpurascens*).

¿Por qué tener un cerebro saludable?

El cerebro humano en el adulto, es un órgano que representa sólo el 2% del peso total del cuerpo (1.350 g aprox.), pero utiliza alrededor del 20% del oxígeno y del 20-25% de la glucosa que se consume, lo cual lo transforma en uno de los órganos más activos de nuestro cuerpo. Las neuronas sintetizan ATP (trifosfato de adenosina, que es la molécula fundamental para la obtención de energía de todas las células) casi exclusivamente a partir de la glucosa, por medio de reacciones que requieren oxígeno. Si la sangre que llega al encéfalo tiene bajos niveles de glucosa, pueden sobrevenir: confusión mental, mareos, convulsiones y pérdida de la conciencia. Por lo que al tener reservas propias muy limitadas de energía (glucosa, en forma de glucógeno en los astrocitos), el cerebro depende al 100% del aporte que recibe a través de la circulación sanguínea.

El cerebro es un órgano muy complejo y delicado que controla de manera directa o indirecta todos los procesos corporales, regulando funciones como los latidos del corazón, el equilibrio de fluidos, la presión arterial, el equilibrio hormonal y la temperatura del cuerpo. También es responsable del movimiento, el aprendizaje, la memoria y las emociones humanas. Por lo que el cuidado y la protección de éste es clave para obtener una buena salud en general (Figura 1).

La maduración cerebral se completa hasta la edad de 30 años, aproximadamente, y durante la adultez sufre los efectos del envejecimiento como el resto del organismo. Por lo que, al envejecer aumenta el riesgo de la aparición de enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer, demencia vascular y Parkinson que son las más frecuentes (Erkinen *et al.*, 2018).

La enfermedad de Alzheimer y la demencia vascular (esta última, fuertemente asociada con hipertensión, diabetes y tabaquismo), son responsables de hasta el 90% de los casos de demencia que se registran en México de acuerdo con el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de la Secretaría de Salud (INAPAM, Gobierno de México, 2024).

De esta manera, se estima que en México aproximadamente un millón 300 mil personas padecen la enfermedad de Alzheimer, cifra que representa entre 60 y 70% de los diagnósticos de demencia y

año 14, No. 25 enero-junio del 2025



Figura 1. Un cerebro sano es clave para el correcto funcionamiento de todo el organismo. Fuente: www.mejoratuvida.co/vida-saludable.

Un cerebro saludable y la alimentación

A healthy brain based on nutrition

Asdrúbal Aguilera Méndez, Daniel Godínez Hernández, Martha Patricia Chávez Moctezuma

Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Contacto: martha.chavez@umich.mx

Resumen. El cerebro controla todas las funciones vitales del organismo; sin embargo, las enfermedades neurodegenerativas son un tipo de trastornos que se caracterizan por la pérdida progresiva de neuronas en el cerebro, y el riesgo de padecerlas aumenta con la edad, afectando la memoria, el aprendizaje, el comportamiento y las funciones sensoriales y motoras, impactando negativamente la vida de millones de personas en todo el mundo. Los tratamientos existentes están destinados a la atención de los síntomas, no habiendo una terapia que detenga estas enfermedades. Actualmente, se sabe que determinados nutrientes de los alimentos son beneficiosos para el cerebro y en muchos casos son útiles para prevenir las enfermedades neurodegenerativas vinculadas con el envejecimiento cerebral.

Palabras clave: Cerebro, deterioro cognitivo, nutrientes.

Abstract. The brain controls all the vital functions of the body; however, neurodegenerative diseases are a type of cognitive disorders that are characterized by the progressive loss of neurons in the brain, and the risk of suffering from them increases with age, affecting memory, learning, behavior, and sensory and motor functions, negatively impacting the lives of millions of people around the world. Existing treatments are aimed at treating symptoms, there being no therapy that stops these diseases. Currently, it is proposed that certain nutrients in foods are beneficial for the brain and in many cases are useful for preventing neurodegenerative diseases linked to brain aging.

Key words: Brain, cognitive impairment, nutrients.

afecta con mayor frecuencia a las personas mayores de 65 años (Secretaría de Salud, Gobierno de México, 2021). En cuanto a la enfermedad de Parkinson, en México, entre 300 mil y 500 mil personas viven con esta condición y cada año se registran 50 casos nuevos por cada 100 mil habitantes, sobre todo hombres. Los primeros signos aparecen entre los 40 y

60 años; a mayor edad, más riesgo de que se presente este padecimiento (Secretaría de Salud, Gobierno de México, 2024).

¿Qué son las Enfermedades Neurodegenerativas (END)?

Son un tipo de trastornos cognitivos que implican la progresiva y eventual

Milenaria, Ciencia y Arte 17

muerte de neuronas en el cerebro, por la pérdida progresiva de su estructura o función, lo que afecta la memoria, el aprendizaje, el comportamiento y las funciones sensoriales y motoras, impactando negativamente la vida de millones de personas en todo el mundo y el riesgo de padecerlas aumenta de forma drástica con la edad (Durães *et al.*, 2018; Wilson *et al.*, 2023).

Las terapias farmacológicas existentes están encaminadas a disminuir los síntomas, no habiendo una terapia que detenga estas enfermedades, por lo que, los desafíos persisten, siendo el primordial, mejorar la calidad de vida de los enfermos y como un reto mayor, lograr revertir el proceso neurodegenerativo (Montoya-Zamora & Rodríguez-Castañeda, 2022).

Las causas de las enfermedades neurodegenerativas pueden ser muy variadas, existiendo múltiples factores de riesgo que pueden influir en su aparición: como la genética, factores ambientales (estilo de vida y alimentación, que están relacionados con el estrés oxidativo y la inflamación cerebral) y el envejecimiento (Dávalos, 2023). Para una atención adecuada de una persona con alguna enfermedad neurodegenerativa, es necesario el diagnóstico temprano y el tratamiento integral de alta especialidad que se basa en medicamentos que estimulan y ayudan a prolongar el adecuado funcionamiento de las neuronas en el cerebro. Aunado a esto, se puede tener una alimentación balanceada rica en nutrientes que contribuyan a fortalecer las funciones del cerebro y puedan prevenir el deterioro derivado de la edad.

¿Te gustaría proteger tus habilidades mentales como aprender, recordar o razonar?

Algunos de los nutrientes de los alimentos pueden ser benéficos para la memoria y el aprendizaje, ayudando a disminuir el deterioro cognitivo vinculado con el envejecimiento cerebral. Una dieta rica en nutrientes que reducen el estrés oxidativo y la inflamación celular que causan enfermedades como el Alzheimer, la demencia vascular y el Parkinson, pueden proteger al cerebro en sus funciones. Las proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas son necesarios para una nutrición completa y equilibrada (Figura 2).

Nutrientes para un cerebro saludable

Proteínas. El cerebro necesita un suministro continuo de aminoácidos provenientes de las proteínas para la síntesis de neurotransmisores, los cuales son moléculas que permiten la comunicación entre neuronas. La calidad y cantidad de la proteína que ingerimos influye en la producción de estos mediadores químicos, lo que afectará el funcionamiento cerebral. Los aminoácidos tirosina y fenilalanina, son precursores de los neurotransmisores dopamina y noradrenalina, que son reconocidos por tener una función importante en la atención, la concentración y también mejoran el estado de ánimo y del sueño. Algunos alimentos ricos en tirosina y fenilalanina son: carne de res y de pollo, atún rojo, lentejas, frijoles, leche, huevo, pistaches, almendras, nueces, cacahuates, aguacate, etc. Otro aminoácido, el triptófano, es precursor del neurotransmisor serotonina. Este ayuda a regular el apetito, el sueño, el estado de ánimo y el dolor. Entre los alimentos que contienen triptófano se encuentran: la leche, el queso, carne roja y blanca, la clara de huevo, cacahuates, soya, semillas de ajonjolí, calabaza y de girasol.

Carbohidratos. La glucosa (biomolécula compuesta de carbono, hidrógeno y oxígeno) es el combustible por excelencia de las células nerviosas, siendo el único carbohidrato que utiliza el cerebro para la producción de energía por medio de glucólisis, ciclo de Krebs y de la fosforilación oxidativa. Aunque en la dieta ingerimos carbohidratos complejos (como los almidones, muchos tienen también un contenido alto de fibra en: frijoles, chicharos, garbanzos, papas, maíz, pan, pasta, granos integrales, arroz, avena, etc.) y de varios tipos (en: manzanas, peras, mangos, naranjas, leche, yoghurt, etc.), el organismo los convierte en glucosa y el cerebro puede consumir más del 20%. Las reservas de glucosa en el cerebro son muy limitadas (células llamadas astrocitos pueden almacenarla temporalmente) y la función neuronal del área frontal de la corteza cerebral es la más sensible a la hipoglucemia (una baja de concentración de glucosa en sangre).

Lípidos. El 20% del peso del cerebro es materia grasa, que no es almacenada,

ni se utiliza para producir energía, se usa en la formación de las membranas neuronales y en los procesos que generan los impulsos nerviosos. Los ácidos grasos poliinsaturados son el principal componente de los fosfolípidos de la membrana de las neuronas. Los omega 3, son ácidos grasos poliinsaturados esenciales, que el organismo no produce, por lo cual, deben ser consumidos en los alimentos de la dieta, de manera que, los tipos de lípidos que ingerimos con los alimentos tienen un efecto importante en la formación y funcionamiento del cerebro. El consumo frecuente de estos ácidos grasos omega 3 principalmente el DHA (ácido docosahexaenoico), contribuye a mantener la salud cerebral, relacionado con una mejora de la capacidad cognitiva y el aprendizaje al facilitar la comunicación neuronal (sinapsis). Se encuentra en pescados grasos (atún, salmón, trucha, sardinas, etc.),



Figura 2. La pirámide de la alimentación. Proporción sugerida de alimentos para una dieta sana y balanceada: 45% cereales integrales, pan, pasta, etc.; 30% frutas y vegetales; 20% carne, pescado, leche, huevo, frutos secos, etc. y 5% grasas y azúcares. Fuente: www.alimentaciónsaludable.com.

aguacate, nueces, linaza, chía y aceites vegetales como el de soya o de canola que son fuente de ácido linolénico, que puede convertirse en DHA con la ayuda de varias enzimas. Componentes como el DHA, pueden regular la función neuronal, así como beneficiar la capacidad del cerebro de almacenar información.

Antioxidantes. Una de las principales causas del deterioro cognitivo es el aumento del estrés oxidativo. El cerebro es particularmente propenso a ser dañado por los radicales libres (especies químicas inestables o muy reactivas), ya que contiene bajas concentraciones de enzimas antioxidantes, gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en sus membranas neuronales susceptibles de lipoperoxidación y necesita de un elevado consumo de oxígeno para mantener su actividad. Los antioxidantes son moléculas, que al secuestrar radicales libres y eliminarlos de la circulación pueden tener un efecto preventivo frente a la lipoperoxidación, la cual es un signo temprano de daño cerebral y deterioro de la función cognitiva. Las vitaminas A, C y E, polifenoles incluidos los flavonoides, carotenoides (betacaroteno, licopeno, luteína y zeaxantina) y enzimas antioxidantes (superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y catalasa), son sustancias que protegen a las células cerebrales del daño oxidativo. Los antioxidantes se encuentran naturalmente en nuestro cuerpo y en prácticamente todas las frutas y verduras, que incluyen: frutillas (fresas, moras, zarzamoras, cerezas y frambuesas), cítricos, uvas, manzanas, brócoli, zanahorias, jitomates, pimientos, té verde, cacao, espinacas, nueces, almendras, aceite de oliva, etc. (Ibáñez, 2009).

Vitaminas del complejo B. Este es el nombre que se le da a un conjunto de ocho vitaminas: tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), biotina (B7), ácido fólico (B9) y cobalamina (B12), que juntas desempeñan varias funciones vitales que mantienen al cerebro en funcionamiento. Por ejemplo, la vitamina B12 (cobalamina), promueve el desarrollo de glóbulos rojos que transportan oxígeno a todo el organismo, incluido el cerebro. El ácido fólico, vitamina B12 y B6, ayudan a metabolizar la homocisteína en sangre, un aminoácido que se considera un factor de riesgo vascular cuando está en valores aumentados y aumenta el riesgo de

padecer demencia vascular. Igualmente, las demás vitaminas del complejo B son esenciales en el metabolismo energético y el mantenimiento de las funciones de las células cerebrales. Las vitaminas del complejo B se pueden obtener de: pescado, carne, carne de aves, huevo, productos lácteos, granos integrales (arroz, avena, trigo), vegetales de hojas verdes (espinacas, acelgas, brócoli), leguminosas (frijoles, habas, lentejas, garbanzos), aguacate, etc.

Minerales. Todos los minerales son esenciales para el perfecto funcionamiento de las células cerebrales. Por ejemplo, el hierro es un mineral esencial para la estabilidad de la estructura y las funciones del sistema nervioso central; la disminución de la biodisponibilidad de hierro en el cerebro afecta la producción de neurotransmisores y funciones cognitivas como el aprendizaje y la memoria. El cobre está relacionado con el hierro, y una alteración de la homeostasis entre ambos, puede comprometer la formación de metaloproteínas, provocando aumento del estrés oxidativo y la aparición temprana de patologías neurodegenerativas. El calcio regula la secreción de neurotransmisores en las neuronas. El magnesio, cuyas principales reservas en el organismo son los huesos y el sistema músculo-esquelético, también se deposita en el cerebro y participa como cofactor en muchos procesos fisiológicos para la producción de energía. Entre los alimentos ricos en minerales están: carne roja, carne de ave, yema de huevo, lácteos, espinacas, almendras, leguminosas (ejotes, frijoles, chícharos, habas, lentejas, garbanzos) y frutas como el aguacate, uvas, fresas, moras, cerezas, frambuesas, mandarinas, naranjas, etc.

Hidratación. El agua es una sustancia esencial para el correcto funcionamiento cerebral. Una deshidratación leve del 2% en el cerebro, afecta la transmisión de los impulsos nerviosos y disminuye la circulación sanguínea, lo que puede afectar al rendimiento cognitivo, como la atención, la memoria y la coordinación motora (Martínez *et al.*, 2018).

Conclusión. Las enfermedades neurodegenerativas son un problema de salud pública a nivel mundial y su incidencia y prevalencia van en aumento, relacionado con el incremento de la población de adultos mayores. Por lo que

una alimentación adecuada es imprescindible para la vida y la salud. La nutrición adecuada del cerebro, referida a un consumo alto de frutas, verduras y agua, así como de productos lácteos y carnes, mantiene la integridad estructural y funcional del tejido nervioso, lo que puede contribuir a la conservación de las funciones cognitivas como aprender, recordar o razonar, las cuales pueden sufrir los efectos del envejecimiento, como el resto del cuerpo. Además, el consumo adecuado de vitaminas, minerales, flavonoides y carotenoides puede ayudar a reducir el estrés oxidativo y la inflamación celular que son causa de enfermedades neurodegenerativas.

Referencias

- Dávalos, E. A. (2023). Enfermedades degenerativas del sistema nervioso. Sitio web: <https://topdoctors.es/diccionario-medico/enfermedades-degenerativas-del-sistema-nervioso>.
- Durães, F., Pinto, M., and Sousa, E. (2018). Old drugs as new treatments for neurodegenerative diseases. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 11(2), 44. <https://doi.org/10.3390/ph11020044>.
- Erkkinen, M. G., Kim, M. O. and Geschwind, M. D. (2018). Clinical Neurology and Epidemiology of the Major Neurodegenerative Diseases. *Cold Spring Harbor Perspectives Biology*, 10(4), a033118. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a033118>.
- Ibáñez, B. E. (2009). Nutrientes y función cognitiva. *Nutr Hosp*, 2(2), 3-12. ISSN: 0212-1611. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226754002>.
- Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores, Gobierno de México. (2024). La enfermedad de Alzheimer y la demencia vascular representan el 90% de los casos en México. Sitio web: <https://www.gob.mx/inapam/articulos/la-enfermedad-de-alzheimer-y-la-demencia-vascular-representan-el-90-de-los-casos-en-mexico?idiom=es>.
- Martínez García, R.M., Jiménez Ortega A.I., López-Sobaler A.M. y Ortega R.M. (2018). Estrategias nutricionales que mejoran la función cognitiva. *Nutr. Hosp.* 35 (6):16-19. ISSN 1699-5198.
- Montoya Zamora P. & Rodríguez-Castañeda F. (2022). Enfermedades neurodegenerativas en adultos mayores: Retos en el diagnóstico y tratamiento. *Ibn Sina*, 3(2), 1-9. <https://doi.org/10.48777/ibnsina.v13i2.1311>.
- Secretaría de Salud, Gobierno de México. (2021). Enfermedad de Alzheimer, demencia más común que afecta a personas adultas mayores. Sitio web: <https://www.gob.mx/salud/articulos/enfermedad-de-alzheimer-demencia-mas-comun-que-afecta-a-personas-adultas-mayores>.
- Secretaría de Salud, Gobierno de México. (2024). Tratamiento integral mejora calidad de vida de las personas con enfermedad de Parkinson. Sitio web: <https://www.gob.mx/salud/prensa/145-tratamiento-integral-mejora-calidad-de-vida-de-las-personas-con-enfermedad-de-Parkinson?idiom=es#:~:text=Subrayó%20que%20...>
- Wilson, D. M., III, Cookson, M. R., Van Den Bosch, L., Zetterberg, H., Holtzman, D. M., and Dewachter, I. (2023). Hallmarks of neurodegenerative diseases. *Cell*, 186(4), 693-714. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.12.032>.

Nanotecnología aplicada al rescate del suelo para la seguridad alimentaria

Nanotechnology applied to soil rescue for food security

Alma Rosa Ayala Virelas¹, Nuria Gómez Dorantes²
y Víctor López Maldonado^{1,2}

1. Escuela Preparatoria “Melchor Ocampo”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, UMSNH. Morelia, Mich., México.

Contacto: victor.lopez@umich.mx

Resumen. El suelo es crucial para sostener la vida, proporcionando nutrientes esenciales, almacenando carbono y soportando el 95% de la producción mundial de alimentos. Sin embargo, la calidad del suelo está en declive debido a factores como la erosión y la disminución de la biodiversidad. Sólo el 11% de la superficie terrestre es apta para la agricultura, y un tercio del área cultivable se ha degradado. La degradación afecta la seguridad alimentaria de manera negativa y contribuye al cambio climático. Para combatir esto, se han lanzado campañas como la Alianza Mundial por el Suelo y el Día Mundial del Suelo. La intervención humana, como la agricultura y la urbanización, acelera la degradación del suelo. La nanotecnología ofrece soluciones prometedoras, como nanofertilizantes y nanopartículas, para mejorar la calidad del suelo, reducir contaminantes y aumentar la productividad agrícola; esto último, contribuye al cumplimiento del Derecho Humano a la alimentación.

Palabras clave: alimentación, degradación, nanopartículas, suelo.

Abstract. Soil is crucial for sustaining life, providing essential nutrients, storing carbon, and supporting 95% of global food production. However, soil quality is declining due to factors like erosion and biodiversity loss. Only 11% of Earth's surface is suitable for agriculture, and one-third of cultivable land is degraded. This degradation affects food security and contributes to climate change. Campaigns like the Global Soil Partnership and World Soil Day have been launched to address this issue. Human activities such as agriculture and urbanization accelerate soil degradation. Nanotechnology offers promising solutions, such as nanofertilizers and nanoparticles, to improve soil quality, reduce contaminants, and increase agricultural productivity.

Key words: feeding, degradation, soil, nanoparticles,

Importancia del suelo

Al salir de viaje cualquier persona puede apreciar los diversos cambios en el paisaje; así, la disminución de estructuras de concreto anuncia la salida de la ciudad y aparecen -de manera cada vez más constante- pequeños espacios de terreno campestre con unos brochazos de vegetación alusiva a la zona geográfica. De tal suerte que, si la distancia a recorrer es muy larga habrá la posibilidad de observar distintos tipos de ecosistemas.

Dentro de estos paisajes es muy común encontrar amplias zonas dedicadas al cultivo de diversos alimentos ya sea para los animales o el consumo humano.

En este sentido, los cultivos generalmente están en concordancia con los factores abióticos de la zona, como lo son: humedad, temperatura, presión atmosférica, altitud, latitud, lluvia, suelo, entre otros. En este contexto, el suelo se presenta como un elemento del paisaje, sin embargo, es mucho más.



Fig. 1. Cartel utilizado por la FAO en el 2015 para promover el día mundial del suelo. La temática fue “suelos saludables para una vida saludable”.

De manera puntual, la afirmación de que el suelo sostiene todas las formas de vida del planeta no resulta exagerada, debido a tres razones fundamentales:

Proporciona todos los nutrientes esenciales para los seres vivos debido a su estructura compuesta por una ligera capa de materia orgánica generada por la descomposición de residuos animales, vegetales y microbianos (5%), minerales (45%) -los cuales generalmente le dan el color característico a la tierra-, aire (25%) y agua (25%), por lo tanto, la formación del suelo es la suma de los siguientes factores: clima, seres vivos, relieve, tiempo y roca madre o material de origen (Porta, 2014).

La composición del suelo contribuye a la fijación y almacenamiento de emisiones de carbono a través de la cobertura vegetal, ayudando así a combatir el cambio climático.

El suelo sostiene de manera directa o indirecta el 95% de la producción de alimentos a nivel global (FAO, 2015). Al respecto, es importante recordar que el nivel poblacional se encuentra en aumento constante y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha estimado que para el año 2050 existirán -en promedio- nueve mil setecientos millones de habitantes y lógicamente, esto tendrá como consecuencia una mayor demanda de alimentos (ONU, 2022) que dependerán directamente de la calidad del suelo ya que a mayor degradación menor producción de alimentos.

Por lo anterior, resulta importante y preocupante considerar la calidad del suelo, la cual, puede ser entendida como la habilidad de un tipo particular de suelo para operar, ya sea en ecosistemas naturales o administrados, cuyo objetivo es sostener la productividad de la flora y fauna, preservar o incrementar la calidad del agua y el aire, y servir como base para la salud y el alojamiento humano (Karlen *et al.*, 1997).

En el mismo sentido, para Doran y Parkin la calidad del suelo consiste en la habilidad que tiene el mismo para operar dentro de los confines del ecosistema y la utilización de la tierra, con el fin de sostener la productividad, preservar la calidad del medio ambiente

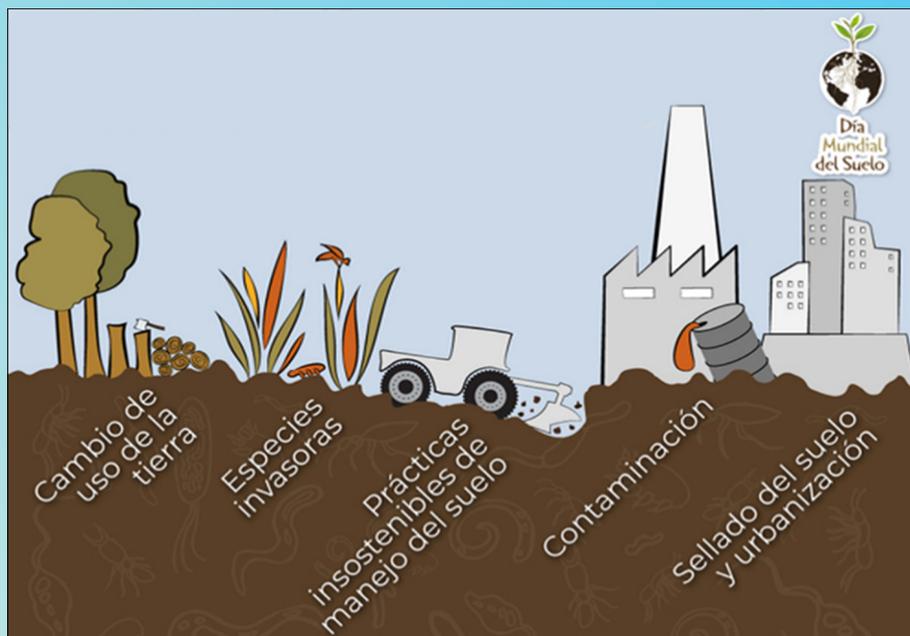


Fig. 2. Actividades del hombre que disminuyen la calidad del suelo (FAO, 2020).

y fomentar la salud de las plantas y los animales (Doran-Parkin, 1994, citados en Bone *et al.*, 2010). Como puede observarse, ambas definiciones consideran la importancia de valorar, cuidar y mantener en buen estado los suelos por su importancia para la vida y en particular para la alimentación.

No obstante, durante los últimos 75 años, los suelos han sufrido una aceleración en los procesos de daño como la erosión, la disminución de la fertilidad y la pérdida de la biodiversidad del suelo. En este sentido, la degradación del suelo traducida como la disminución de su habilidad para ofrecer servicios ecosistémicos se ha convertido en un problema a nivel mundial, el cual implica riesgos para: la seguridad alimentaria, la capacidad de retención de agua, la pérdida de la biodiversidad y el aumento de las emisiones de dióxido de carbono y metano (Etchevers, 2020).

Al respecto, el Banco Mundial y la ONU señalan que la superficie total del planeta es de 127, 341 millones de km², aproximadamente, de los cuales sólo el 11% es útil para la agricultura, es decir, se dispone más o menos de 14 millones de km² para la producción agrícola (Banco Mundial, 2015). En el mismo sentido, la FAO en el 2016, mencionó que la degradación mundial del suelo alcanzaría al 33% del área cultivable, con un posible aumento del 90% en los

próximos 30 años (FAO, 2016). Esto impacta de manera negativa la producción de alimentos y representa un riesgo para el cumplimiento del Derecho Humano a la Alimentación debido a la baja biodisponibilidad del suelo sano.

Afortunadamente, en los últimos años se han implementado diversas campañas de concientización sobre el tema, un ejemplo de lo anterior es representado por la *Alianza Mundial por el Suelo para la Seguridad Alimentaria y la Adaptación al Cambio Climático así como la Mitigación de sus Efectos*, establecida el 7 de septiembre de 2011 para sensibilizar a los encargados de tomar decisiones sobre la importancia de los suelos en la seguridad alimentaria, haciendo cumplir los preceptos de la *Carta mundial de los suelos de 1982* (IAEA, 2023); así mismo, en el año 2014, la ONU estableció por primera vez el día 5 de diciembre como el “día mundial del suelo” (Fig. 1) (ONU,2023).

Causas de la degradación del suelo

Como ya se mencionó, la erosión es un factor clave en la degradación del suelo, pero su impacto se ve acelerado por diversas actividades humanas. La expansión agrícola, ganadera y forestal, junto con la eliminación de residuos, el crecimiento urbano, el transporte y las actividades industriales, contribuyen significativamente a este proceso (Fig.2)

(Cotler *et al.*, 2020). Como resultado, el suelo sufre alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas, una reducción en su capacidad de almacenamiento de agua y la acumulación de sustancias contaminantes (Benumea-Díaz, 2021). Estos efectos no solo afectan la productividad agrícola, incrementando los costos de producción, sino que también representan un riesgo para la seguridad alimentaria, comprometiendo el acceso a recursos esenciales (FAO, 2019).

Así, las causas del deterioro del suelo se pueden clasificar en las siguientes categorías: a) Biológica o relacionada con la disminución de la actividad microbiana de la rizosfera; b) Química, por el exceso del uso de agroquímicos y cambio de pH; c) Ecológica, vinculada al cambio climático y deforestación, d) Física, derivada de la pérdida de la capa fértil de la tierra por el uso de maquinaria de labranza, vientos o inundaciones (Kogut, 2023), e) Antropogénica, relacionada directamente con la intervención del hombre.

Remediación del suelo mediante la nanotecnología

No obstante que, el panorama se muestra un tanto complejo, la tecnología y la ciencia proponen una posible solución a través del uso de la

nanotecnología. En este sentido, el National Human Genome Research Institute en su página web, al definir nanotecnología señala que es la materia utilizada a nivel atómico y molecular que puede ser usada en diversos campos como la agricultura, la medicina, ciencias de la computación e incluso en la genómica. Para que se entienda mejor lo anterior, los materiales utilizados en la nanotecnología se encuentran en una escala menor a los 100 nanómetros de tamaño (Fig. 3) y para establecer un punto de comparación, se puede señalar que un nanómetro es equivalente a una diezmilésima parte del diámetro de un cabello (NIH, 2024).

Por esta razón, la nanotecnología puede contribuir en la remediación de suelos degradados a través de la innovación de agroquímicos como nanofertilizantes, nanoherbicidas, nanoplaguicidas, nanopartículas para el control de fitopatógenos, nutrientes nanoencapsulados, entre otros (Fig. 4). Algunos ejemplos de lo anterior son los siguientes:

Gil-Díaz *et al.*, (2019), señala que se utilizaron nanopartículas de hierro cero valente para reducir la contaminación por arsénico y mercurio en suelos industriales abandonados. Este estudio se realizó durante un periodo de 32 meses y el tamaño de las nanopartículas fue aproximadamente de 60 nanómetros, lo cual le otorgó una alta

reactividad química y una amplia superficie para atrapar contaminantes, disminuyendo la posibilidad de que los contaminantes se disuelvan en agua; con lo cual, se logró prevenir más del 80% de la lixiviación de arsénico. Adicionalmente, el uso de nanohierro promueve la recuperación del suelo y el crecimiento de plantas que ayudan a disminuir la contaminación del suelo.

Igualmente, Bolan (2014), mencionó que las técnicas a base de hierro se llevan a cabo inyectando o asperjando una solución coloidal de nanopartículas en el suelo contaminado; esto, más la ayuda de la presión y la gravedad degradan compuestos orgánicos clorados (tricloroetileno) que los degrada a compuestos más sustentables. Otro ejemplo, es la utilización de arcillas y zeolitas a escala nanométrica, lo cual, permite una mejora en la capacidad de retención del agua y la liberación lenta de fertilizantes, lo que aumenta la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes por parte de las plantas (Sekhon, 2014).

Otro uso de las nanopartículas es la inhibición del desarrollo de fitopatógenos. En este sentido, el uso de nanopartículas se puede considerar como una solución indirecta y sustentable al disminuir el uso de fungicidas y plaguicidas que contaminan el suelo. Por ejemplo, al evaluar el impacto de las nanopartículas

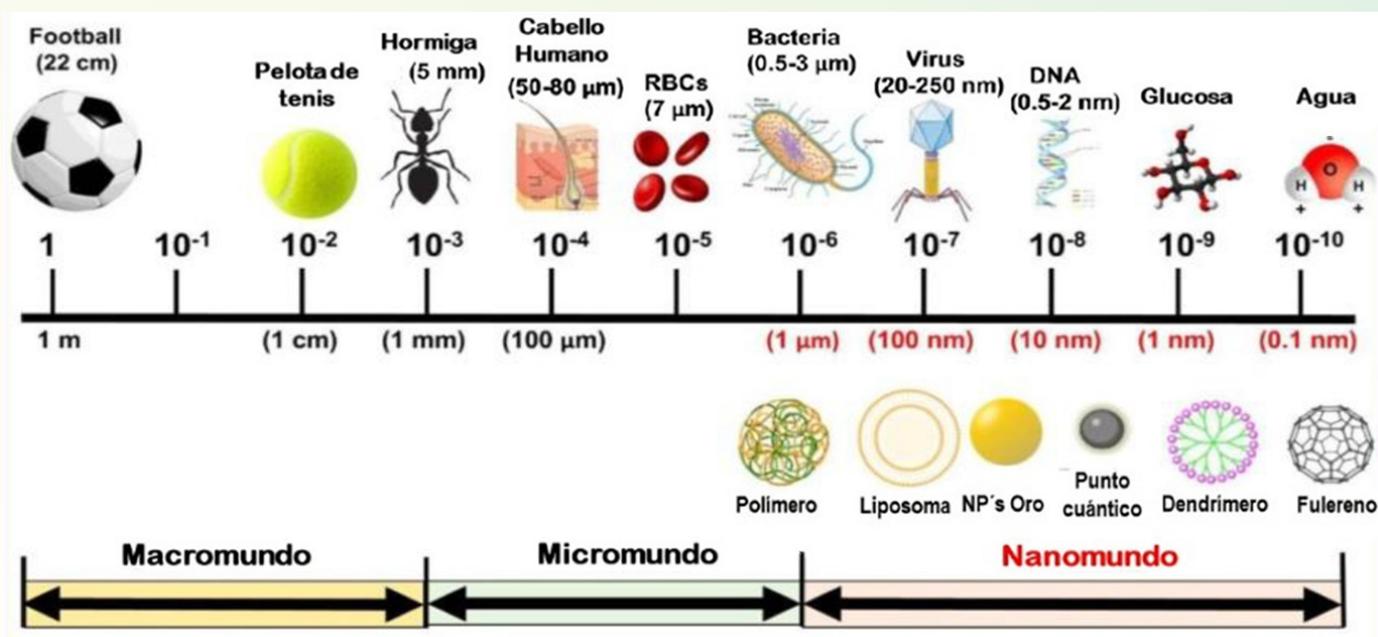


Fig. 3. Escala nanométrica que muestra el comparativo entre algunos objetos, organismos, células y nanomateriales (Kumar *et al.*, 2023).

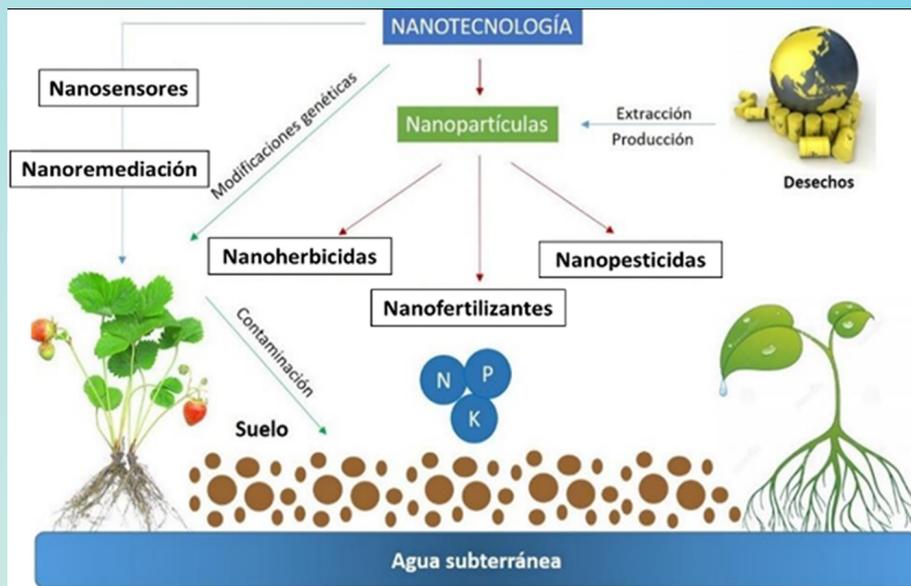


Fig. 4. Impacto de la nanotecnología en la agricultura y el suelo (Lira-Saldívar, s.a.)

de óxido de zinc (ZnO), óxido de cobre (CuO) y óxido de hierro (Fe₂O₃) en un entorno in vitro, centrado en dos enfermedades fúngicas: la pudrición de la raíz, provocada por *Fusarium oxysporum*, y el tizón, causado por *Alternaria solani*; se encontraron resultados positivos sobre la inhibición (80%) de ambos hongos (Vera-Reyes, et al., 2019).

Y casi para concluir, es importante comentar que existen hallazgos que indican que los fertilizantes de liberación lenta, los nutrientes encapsulados en microesferas y las mezclas de nanomateriales, específicamente, las nanopartículas de óxidos de Zinc, Hierro, Manganeso y Cobre, poseen la capacidad de proporcionar micronutrientes al suelo o a las hojas, lo que resulta en un incremento en la productividad de los cultivos. Además, estos elementos pueden ofrecer un efecto sinérgico que actúa en contra de varios fitopatógenos (Deka et al., 2022).

A partir de lo ya mencionado, puede concluirse que el uso de nanopartículas podría contribuir a la recuperación de los suelos, mejorando así la producción de alimentos y fortaleciendo la seguridad alimentaria ya que hasta el momento, la literatura señala que utilizar nanomateriales para limpiar contaminantes, mejora la fertilidad del suelo y reduce la erosión, logrando así, una producción agrícola más eficiente y

sostenible, sin embargo, como aún existe una controversia sobre sus efectos en la salud y en su traslocación dentro de las plantas, se siguen realizando investigaciones que permitirán discernir sobre la seguridad de su uso.

Referencias

Banco Mundial. (2015). *World Bank Open Data. Tierras cultivables. (% del área de tierra)*. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.ARBL.ZS>

Benumea-Díaz, M. (2021). *Impacto de la degradación ambiental del suelo para la actividad agrícola en la seguridad alimentaria en México* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. UNAM – Dirección General de Bibliotecas. <http://132.248.9.195/ptd2021/junio/0812719/Index.html>

Bolan, N., Kunhikrishnan, A., Thangarajan, R., Kumpiene, J., Park, J., Makino, T., Kirkham, B., & Scheckel, K. (2014). Remediación de suelos contaminados con metales pesados ¿Movilizar o inmovilizar? *Journal of Hazardous Materials*, 266, 141-166. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.12.018>

Bone, J., Head, M., Barraclough, D., Archer, M., Scheib, C., Flight, D., & Voulvoulis, N. (2010). Soil quality assessment under emerging regulatory requirements. *Environment International*, 36(6), 609–622. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.04.010>

Cotler, H., Corona, J. A., Galeana-Pizaña, J. M. (2020). Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. *Investigaciones geográficas*, (101). <https://doi.org/10.14350/ig.59976>

Deka, B., Nisha, S. N., Baruah, C., Babu, A., & Satkar, S. (2022). Agricultural Pest Management

with Plant-Derived Nanopesticides: Prospects and Challenges. *Journal of Applied Nanotechnology*, 1(1), 1-9. https://www.researchgate.net/publication/360018959_Agricultural_Pest_Management_with_Plant-Derived_Nanopesticides_Prospects_and_Challenges

Etchevers B., J. D., Cotler, H., & Hidalgo, C. (2020). Salir de la invisibilidad: nuevos retos para la ciencia del suelo. *Terra Latinoamericana*, 38, 931-938. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.867>

FAO (Food and Agriculture Organization). (2019). *Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro*. <https://www.fao.org/newsroom/story/Let-StopSoilErosion-to-ensure-a-food-secure-future/es>

FAO (Food and Agriculture Organization). (2016). *Estado mundial del recurso suelo. Resumen técnico*. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization). (2015). <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/277721/>

Gil-Díaz, M., Rodríguez-Valdés, E., Alonso, J., Baragaño, D., Gallego, J. R., & Lobo, M. C. (2019). Nanoremediation and long-term monitoring of brownfield soil highly polluted with As and Hg. *Science of the Total Environment*, 686, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.183>

IAEA. (2023). Alianza Mundial por el Suelo (GSP). Recuperado el 25 noviembre, 2023, de: <https://www.iaea.org/es/el-oiea/alianza-mundial-por-el-suelo-gsp>

Kogut, P. (2023). Degradación del suelo: técnicas para evitar sus efectos. Blog digital disponible en: <https://eos.com/es/blog/degradacion-del-suelo/>

Kumar, P., Singh, P., Chauhan, S., Swaroop, M. N., Bhardwaj, A., Datta, T. K., & Nayan, V. (2023). Nanotechnology for animal sciences-new insights and pitfalls: A review. https://www.researchgate.net/publication/369551626_Nanotechnology_for_Animal_Sciences-New_Insights_and_Pitfalls_A_Review

NIH (National Human Genome Research Institute). (2024). Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Nanotecnologia>. Consultado el 01 de febrero de 2025.

ONU. (2022). Ya somos 8 mil millones de personas. <https://onu-habitat.org/index.php/ya-somos-8-mil-millones-de-personas>

ONU. (2023). Día Mundial del Suelo 5 de diciembre. Recuperado el 28 de enero, 2024, de: <https://www.un.org/es/observances/world-soil-day>

Porta, J., López-Acevedo, M., & Poch, R. M. (2014). *Edafología: uso y protección de suelos*. Madrid: Mundi-Prensa S. A. de C. V.

Sekhon, B. S. (2014). Nanotechnology in agri-food production: an overview. *Nanotechnology, Science and Applications*, 7, 31–53. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4038422/>

Vera-Reyes, I., Esparza-Arredondo, I. J. E., Lira-Saldívar, R. H., Granados Echegoyen, C. A., Alvarez-Roman, R., Vásquez-López, A., et al. (2019). In-vitro antimicrobial effect of metallic nanoparticles on phytopathogenic strains of crop plants. *Journal of Phytopathology*, 167(7/8), 461–469. <https://doi.org/10.1111/jph.12818>

La apicultura es una práctica que se remonta a miles de años atrás, con evidencia de su presencia en civilizaciones como Egipto (con evidencia en papiros, representaciones en tumbas de faraones y vasijas con miel) y Mesopotamia (representada en recetas de cocina y en las “Tablillas de Yale”) (Santos, 2021). Sin embargo, durante siglos los métodos de producción fueron rudimentarios y a menudo destructivos para las colonias de abejas.

Con el paso de los años, estos métodos se fueron mejorando hasta llegar a ser lo que al día de hoy conocemos como la “apicultura moderna”, en donde se trabaja en colmenas con marcos móviles donde las abejas construyen el panal, normalmente a partir de cera laminada colocada sobre estos marcos.

Dentro de esta forma de producción, se realiza la “trashumancia apícola”, una práctica que consiste en trasladar colmenas de abejas de una zona a otra, con presencia de floración natural de diferentes regiones a lo largo del año o bien a cultivos específicos en alguna temporada en particular. Durante el siglo XX, la trashumancia apícola se popularizó y se profesionalizó. Poco a poco se difundió a diferentes países, especialmente donde se cuenta con grandes industrias agrícolas y diversas zonas climáticas, como Estados Unidos y España (Lemeunier, 2011).

Esta práctica, ha permitido maximizar la producción de miel al poder cosechar fuera de las temporadas de la localidad de origen, ya que puede llevarse a cabo dentro de un mismo estado con diferencias ecosistémicas, según la orografía, y las temporalidad de floraciones de diferentes especies, o bien, puede abarcar diferentes estados de la república que posean floraciones abundantes, como por ejemplo el estado de Michoacán, y Veracruz, en donde se aprovechan los beneficios de esta práctica (Castellanos-Potenciano, et al., 2017).

Beneficios de la trashumancia apícola

Producción constante- Al movilizar las colmenas a zonas donde las plantas están en floración, se garantiza una fuente constante de néctar y polen en diferentes temporadas, para la alimentación de las abejas y que además será transformada en miel (Baena-Díaz, et al., 2022).

24 Milenaria, Ciencia y Arte

Trashumancia apícola: más allá de una estrategia productiva

Beekeeping transhumance

Eder Ramos Hernández y Blanca Patricia Castellanos-Potenciano

Campo Experimental Huimanguillo, Centro de Investigación Regional Golfo Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Huimanguillo, Tabasco, México.

Contacto: adansoni@gmail.com

Resumen. Dentro de lo que hoy en día se conoce como “apicultura moderna”, la “trashumancia apícola”, es una práctica que consiste en trasladar o movilizar colmenas de abejas de un lugar a otro. La trashumancia apícola, aunque es una estrategia productiva, contribuye en garantizar la polinización de las especies que dependen de este proceso. De forma paralela, nos permite apreciar la riqueza botánica de nuestro país, a través de la particularidad en color, sabor y aroma de las mieles que se cosechan, además que contribuye en promover que más personas aprecien la importancia de las abejas y la biodiversidad de nuestro país. Así, el objetivo del presente artículo es presentar los beneficios que esta actividad brinda desde lo ecológico hasta lo económico, los desafíos que la trashumancia representa para los apicultores; los estados en donde se practica esta actividad y las floraciones que los representan desde un punto de vista apícola; así como los impactos positivos ecológicos y sociales que se pueden obtener por realizar esta actividad en el territorio mexicano.

Palabras clave: *Apis mellifera*, mieles, apicultura.

Abstract. Within what is now known as “modern beekeeping,” “bee transhumance” is a practice that involves moving or transporting bee hives from one place to another. Although bee transhumance is a productive strategy, it contributes to ensuring the pollination of the species that depend on this process. At the same time, it allows us to appreciate the botanical richness of our country through the distinctive color, flavor, and aroma of the honey harvested. It also helps to foster a broader appreciation of the importance of bees and our country’s biodiversity. Thus, the objective of this article is to present the benefits this activity provides, from an ecological and economic perspective, the challenges that transhumance represents for beekeepers; the states where this activity is practiced and the blooms that represent them from a beekeeping perspective; as well as the positive ecological and social impacts that can be achieved by carrying out this activity in Mexico.

Keywords: *Apis mellifera*, Honeys, Beekeeping.

Mieles diferenciadas. – Las mieles que se obtiene en cada sitio, poseen diferentes aromas, sabores y colores, según las condiciones del ecosistema presente en cada área. Principalmente si estos ecosistemas poseen floraciones particulares de cada sitio como por ejemplo la miel de aguacate, de azahar, de manglar, de mezquite, de árnica, etc., (Agricultura, 2021).

Salud de las abejas. - Al trasladar a las abejas, a diferentes floraciones, se asegura el alimento natural para ellas, lo que contribuye a la salud y la longevidad de las colonias. Además, la diversidad de floraciones ofrece una alimentación variada, que garantiza obtener la cantidad de nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo. Caso contrario se presenta en las abejas que se alimentan de una sola floración de forma frecuente, ya que suelen presentar problemas de

desnutrición que las vuelve vulnerables a plagas y enfermedades (Luna, et al., 2019).

Polinización. – Este es el mayor servicio ecosistémico que brindan las abejas y con la práctica de la trashumancia también se benefician a los cultivos de especies alimenticias y ornamentales (Figura 1) y la vegetación silvestre que requiere este servicio, aumentando la diversidad natural, así como el rendimiento y calidad de los cultivos.

El potencial de la trashumancia apícola en México

Aunque esta práctica se lleva a cabo en algunos estados del país, aún existe la posibilidad que se desarrolle y consolide en otras regiones o estados, dadas las fortalezas que México posee como:

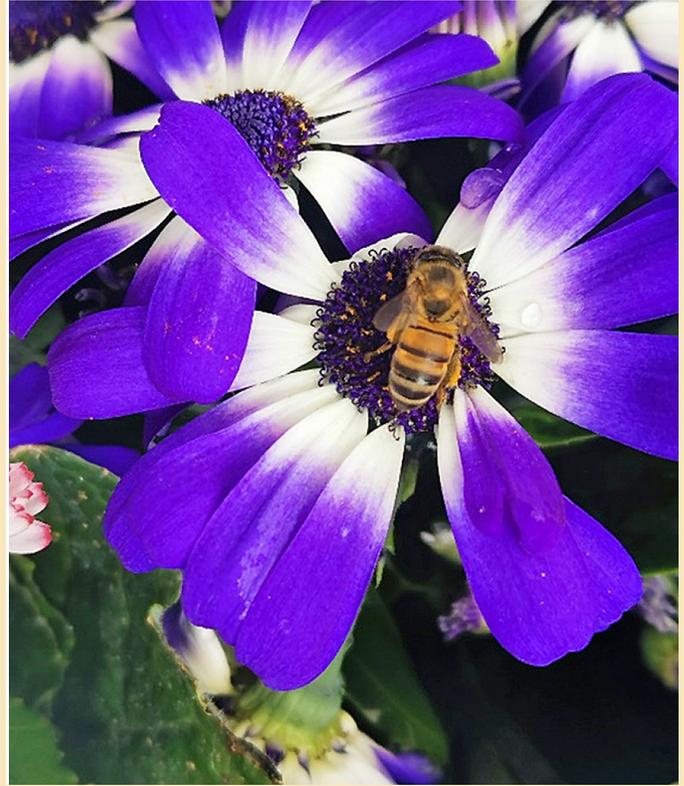


Figura 1. Flores de dos especies de cinerarias siendo visitadas por las abejas en busca de néctar y polen (Foto: Castellanos-Potenciano, 2024).

Diversidad de floraciones. - México cuenta con una amplia variedad de climas y ecosistemas, lo que ofrece múltiples opciones de floración a lo largo del año. Esto incluye desde floraciones en cultivos, como los cítricos en Veracruz, hasta floraciones silvestres como la que se presente en el altiplano, o bien la que se presenta en los bosques de manglar, y en la selva de la Península de Yucatán.

Producción de miel de alta calidad. - La miel mexicana es reconocida internacionalmente por su calidad y variedad de sabores, colores y aromas, influenciados por la diversidad floral que el país ofrece. Así, Alemania, es el principal comprador de miel mexicana y otros más son Bélgica, Reino Unido, Francia, España y Japón, que gustan de las características organolépticas que las mieles mexicanas ofrecen (Figura 2).

Contribución a la polinización. - La trashumancia apícola también beneficia la agricultura local, contribuyendo en la polinización de cultivos y aumentando los rendimientos de esos cultivos. Dentro de los cultivos en México beneficiados por este servicio destacan el pepino, berenjena, calabacita, sandía, melón, cártamo, manzana, fresa, aguacate,

cítricos, cocotero, entre otros (Vázquez, et al., 2006). Existen reportes que afirman que la pérdida de un cultivo, cuando no es polinizado por las abejas, puede ser de un 40% hasta un 100%.

Desafíos de la trashumancia apícola en México

Existen diferentes factores que pueden convertirse en desafíos para la práctica de la trashumancia apícola, estos factores pueden ser desde condiciones naturales, como la presencia de condiciones climáticas atípicas (sequía prolongada, lluvias intensas, huracanes) que afectan la disponibilidad de las floraciones y dificultan las condiciones de traslado y establecimiento de colmenas en los nuevos sitios (Agricultura, 2021).

También está el desafío económico, ya que se deben de considerar los costos y la logística, ya que el transporte de colmenas implica una inversión significativa; desde el medio de transporte, el personal de apoyo para la carga y descarga de colmenas, las herramientas que faciliten esta acción al apicultor y, los horarios de traslado que suelen ser por la noche o iniciando la madrugada.

Otro aspecto a considerar es que el apicultor debe conocer sobre las normas de seguridad y regulaciones legislativas, que le permitan movilizar sus colmenas de forma segura ante las autoridades competentes. Realizando los trámites correspondientes, semanas antes de la fecha que se quiera realizar la trashumancia dentro y fuera del estado de la república a donde se quiera llevar las colmenas, con base en la NOM-001-SAG/GAN-2015 para Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas; y el Certificado Zoonosanitario de Movilización (SENASICA, 2021).

Estados en los que se practica la trashumancia apícola

En México, la trashumancia apícola es una práctica similar a la que se realiza en otras partes del mundo como España (desde los naranjos en el sur, hasta los brezos en el norte), pero adaptada a las condiciones climáticas y florales específicas del país. Es una tradición valorada en algunos estados, que se adapta a las diversas floraciones de cada región apícola, ofreciendo un potencial disponible en el territorio nacional. Así, un ejemplo de los estados en donde se reporta esta actividad son:

- **Michoacán:** Dada la diversidad de cultivos que se presentan en este estado, el servicio de polinización es demandado por los productores de melón, pepino, fresa, zarzamora, frambuesa, arándanos y aguacate, favoreciendo la movilidad de 20 mil colmenas hacia estos cultivos con apicultores del interior del estado, así como algunos procedentes de estados vecinos. Por lo que, bajo este contexto, se considera que la trashumancia será cada vez más frecuente dada la demanda de abejas, que se requiere para garantizar la polinización (Agricultura, 2017).

- **Veracruz:** Conocido por sus plantaciones de cítricos en el norte del estado, ofrece una floración rica en néctar en el mes de febrero, en marzo los apicultores aprovechan la floración de primavera y sucesivo, movilizan hacia los bosques de manglar en el municipio de Alvarado (Luna, et al., 2019).

- **Oaxaca:** Aquí las floraciones de primavera son apreciadas por los apicultores de la región costa, en lo sucesivo algunos se movilizan en otoño para aprovechar las floraciones de árnica, campanita y titónia o falso girasol en las regiones de la mixteca.

- **Chiapas:** en este estado la movilidad es menos frecuente, sin embargo, los apicultores aprovechan la vegetación asociada a las plantaciones de café y la

floración de primavera como fuente de abundante néctar.

- **Puebla:** Este estado además de aprovechar la diversidad de ecosistemas y movilizar colmenas desde los Valles de Tehuacán hasta la región de los volcanes; movilizan a otros estados como Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Veracruz, practicando la trashumancia a nivel regional.

- **Sonora y Chihuahua:** En estas regiones, las floraciones que se aprovechan son aquellas en el desierto de Sonora, con especies como mezquite importante para la producción de miel, así como los cultivos del Valle Agrícola y la Sierra Madre Occidental.

En síntesis, más allá de la producción de miel, las abejas son cruciales para la polinización de cultivos y plantas silvestres. Su labor como polinizadores es esencial para la biodiversidad y la seguridad alimentaria. Sin ellas, muchos de los alimentos que consumimos no existirían en la misma cantidad o calidad. Así, la trashumancia aunque es una estrategia productiva, contribuye en garantizar la polinización de las especies que dependen de este proceso, ya que los servicios de polinización la mayoría de las veces se proporcionan de forma gratuita a los propietarios de las tierras, las granjas y las áreas con vegetación silvestre que rodean los apiarios; también nos ayuda a

apreciar la riqueza botánica de nuestro país, a través de la particularidad de las mieles que se cosechan y, contribuye en promover que más personas aprecien la importancia de las abejas y la biodiversidad, lo que ayuda a que se fortalezca la conciencia sobre la importancia de prácticas sustentables.

Referencias

- Agricultura. (2021). Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas. <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx>.
- Agricultura. (29 de mayo del 2017). Destacada la Actividad de la Apicultura en Michoacán. Representación Agricultura, Michoacán. <https://www.gob.mx/agriculturamichoacan/articulos/destacada-la-actividad-de-la-apicultura-senala-sagarpamichoacan>
- Baena-Díaz, F., Chévez, E., Ruiz de la Merced, F., & Porter-Bolland, L. (2022). Apis mellifera en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 13(2), 525-548. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5960>
- Castellanos-Potenciano, B., Gallardo-López, F., Díaz-Padilla, G., Pérez-Vázquez, A., & Landeros-Sánchez, C. (2017). Spatio-temporal mobility of apiculture affected by the climate change in the beekeeping of the Gulf of Mexico. Applied Ecology & Environmental Research, 15(4). https://doi.org/10.15666/aeer/1504_163175.
- Lemeunier, G. (2011). La apicultura en Francia y España entre los siglos XVIII y XIX. Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural, (54), 17-40.
- Luna Chontal, G., Roque Peña, J. G., Fernández Echeverría, E., Martínez Mendoza, E., Díaz Zorrilla, U. A., & Fernández Lambert, G. (2019). Caracterización apícola en la región sierra centro-norte de Veracruz: contexto y trashumancia. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(6), 1339-1351. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1689>
- Santos, D. Q. (2021). Un "dulce" recorrido por la historia de la miel y de la apicultura en el mediterráneo antiguo. In Patrimoni cultural, territori, universitat: Les universitats estacionals en 2020 (pp. 131-144). Vicerectorat de Participació i Projecció Territorial.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Agricultura). (2015). NOM-001-SAG/GAN-2015. NORMA Oficial Mexicana Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas.
- SENASICA (s.f.). Solicitud para la expedición del Certificado Zoonosanitario de Movilización. <https://www.gob.mx/tramites/ficha/solicitud-para-la-expedicion-del-certificado-zoonosanitario-de-movilizacion/SENASICA4996>
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Ortegón, Y., & Castro, U. (2006). Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*). Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 7(1), 50-53. https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num1_art:58.



Figura 2. Mieles de un mismo año, del estado de Tabasco en donde se observa la diversidad de mieles que se obtienen, conforme cambia la floración en el estado (Foto: Castellanos-Potenciano, 2024).



Figura 1. La IA es un campo científico multidisciplinario que incluye informática, análisis de datos, estadística, lingüística, neurociencias, filosofía, entre otras. Imagen creada mediante Gemini IA.

Inclusión de la Inteligencia Artificial en la educación

Inclusion of Artificial Intelligence in education

Mireya Ramos Rendón, Rosalynda Sánchez Vázquez y Ricardo Adolfo Manivel Chávez

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

Contacto: ricardo.manivel@umich.mx

Resumen. La tecnología basada en inteligencia artificial ha experimentado un desarrollo significativo, particularmente en la última década. Esta tecnología se fundamenta en crear programas capaces de simular la inteligencia humana, la cual ha encontrado aplicaciones en áreas diversas como industria, transporte, comunicaciones, educación, entre otras. Recientemente, su inclusión al sector educativo ha mostrado potencial como herramienta para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje con aplicaciones para crear de cursos personalizados, tutorías virtuales, entornos virtuales, materiales y planeaciones educativas, entre otras. A pesar del prometedor panorama, su empleo plantea desafíos éticos y pedagógicos que deben ser analizados, así como la necesidad de regular su uso. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue analizar el papel de la inteligencia artificial como herramienta educativa.

Palabras clave: inteligencia artificial, tecnología, educación.

Abstract. Artificial intelligence-based technology has seen significant development, particularly in the last decade. This technology is based on creating programs capable of simulating human intelligence, which has found applications in diverse areas such as: industry, transportation, communications, education, among others. Although recent, its inclusion in the educational sector has shown potential as a tool to promote the teaching-learning process with applications to create personalized courses, virtual tutoring, virtual environments, educational materials and planning, among others. Despite the promising outlook, its use poses ethical and pedagogical challenges that must be analyzed, as well as the need to regulate its use. Therefore, the objective of this research was to analyze the role of artificial intelligence as an educational tool.

Key words: Artificial intelligence, technology, education.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha tenido un desarrollo exponencial, particularmente en la última década, producto en gran medida del avance científico en áreas como neurociencias, redes neuronales y ciencia de datos (Fig. 1). El concepto propuesto por John McCarthy en 1955 consiste en la creación de sistemas (software y hardware) que simulen la inteligencia humana, es decir, máquinas capaces de aprender y razonar (IBM, 2023), para lo cual, emplea algoritmos y modelos matemáticos para recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de información a partir de la cual tomar decisiones o realizar tareas específicas (PRTR, 2023).

De acuerdo a su capacidad de inteligencia la IA se clasifica en 3 categorías. La IA débil o estrecha (ANI) realiza tareas específicas y limitadas de forma autónoma, sin capacidad de aprendizaje ni adaptación (asistentes virtuales, reconocimiento de voz, entre otros). Por su parte, la IA fuerte o robusta (IAG) y la super inteligencia (ASI) son hasta el momento teóricas, pero

Tabla 1. Principales ventajas y desventajas de la IA. Modificado de Aparicio (2023).

Ventajas	Desventajas
Automatización de procesos	Falta de profesionales cualificados
Reducción de error humano	Dependencia excesiva
Potencia la creatividad	Costo por desarrollo/implementación
Agiliza toma de decisiones	Pérdida de empleos
Avances en sector salud	Carente de empatía y ética
Elaboración de predicciones	Accesibilidad no equitativa
Mejora la precisión	Uso con fines no adecuados

serían capaces de desarrollar una inteligencia igual o superior a la humana llegando a razonar, resolver problemas y tomar decisiones complejas (IBM, 2023; UNESCO, 2023).

Actualmente, la IA posee aplicaciones en sectores como transporte, industria, salud, marketing, entretenimiento y cada día sus alcances son mayores. Sin embargo, al estar en continuo desarrollo presenta ventajas y desventajas que conviene considerar (Tabla 1).

Aunque su inclusión es reciente, el sector educativo no está exento del uso de la IA. Como comenta García et al., 2023, tiene potencial como herramienta para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, transformando la forma en como el estudiante obtiene conocimiento, los docentes desarrollan su labor y se optimizan procesos administrativos y pedagógicos.

Cada día se desarrollan nuevas y mejores herramientas digitales basadas en IA las cuales pueden realizar propuestas personalizadas de cursos, analizar competencias de los estudiantes a fin de conocer sus necesidades educativas, generar un aprendizaje adaptativo, crear materiales educativos, entre otras (Tabla 2). Además, el docente puede utilizar la IA para monitorear el progreso del estudiante, identificar áreas de oportunidad y crear experiencias de aprendizaje más

interactivas, demostrativas y divertidas mediante entornos virtuales (Fig. 3), expandiendo los límites del aula física sin salir de ella (Aparicio, 2023; Moreno, 2019).

Es importante contemplar que estas herramientas digitales pueden ser o no de acceso gratuito, quedar obsoletas o bien sustituidas por opciones mejores. También, una actualización docente que facilite la incorporación en el aula de esta tecnología es fundamental, permitiendo emplearla de forma adecuada y obtener el máximo aprovechamiento.

Desafíos de la IA educativa

Si bien la IA puede favorecer el proceso educativo haciendo clases más atractivas e interactivas, agilizar procesos administrativos o mejorar el aprendizaje, su empleo plantea desafíos tanto éticos como educativos que conviene considerar (Acevedo, 2023, Ubal et al., 2023), como:

- a) Dependencia excesiva: lo cual puede limitar la capacidad de pensamiento crítico, análisis y resolución de problemas en el estudiante.
- b) Problemas éticos y de privacidad derivado de un posible manejo inadecuado de datos personales.
- c) Brecha digital: no todos los estudiantes/instituciones tienen

acceso a esta tecnología, limitando su accesibilidad.

d) Pérdida de interacción docente-estudiante: importante en el desarrollo integral de la educación.

e) Plagio: la creación de material (presentaciones, textos, investigaciones) mediante IA pone en tela de juicio la originalidad y calidad académica de su contenido. Por ejemplo, ChatGPT emplea diversas fuentes de información, sin tomar en cuenta su autoría o confiabilidad y aunque existen herramientas para detectarlo (Tabla 2) aún no son del todo confiables y precisas.

Por tal motivo, se requiere gestionar leyes y normas como la ISO/IEC JTCB/ISC/42, que fomenten una implementación adecuada y ética de la IA. Sin embargo, la tarea es compleja ya que además de contemplar aspectos de desarrollo y aplicación, también deben considerarse la privacidad de datos, vigilancia, responsabilidades legales, rendición de cuentas, derechos de autor, falsificación de identidad, entre otros. A inicios de 2024 la Unión Europea y Estados Unidos aprobaron leyes en materia de regulación, sin embargo, aún quedan vacíos legales por cubrir.

De acuerdo con Sesento (2024), es primordial generar conciencia tanto en docentes como estudiantes sobre el uso adecuado y ético de la IA. Por lo tanto, es necesario un análisis crítico y reflexivo que permita hacer un uso óptimo de esta tecnología.

Conclusión

La tecnología basada en IA está presente ya en nuestro día a día y es claro que tendrá un papel determinante en el futuro.

Su inclusión en el sector educativo es aún limitada, sin embargo, el avance gradual en su desarrollo permitirá un enorme

Tabla 2. **Herramientas basadas en IA aplicadas en la educación.** Elaborado a partir de González (2023); Jara y Ochoa (2023).

Función	Herramientas
Personalización del aprendizaje	Thinkster, Knewton, Dragon Box, DreamBox, Learning
Entornos virtuales interactivos	Anatomy Learning, Chemistry Lab, Space Virtual Reality
Asistentes virtuales	ChatGPT, Claude AI, Bar, ChatBox, Perplexity
Aprendizaje de idiomas	Duolingo, Parla, Talk Pal, Babbel, Bussu
Generación de material educativo	Canvas, Genially, WordWall, Tome, Spoke, Leonardo AI, LeiaPix
Correctores gramaticales	Grammarly, SpellBoy, Corrector.co, Stilus, Arhefs
Detectores de plagio	Viper, Turnitin, PlagScan, CopyLeaks, Plag.es
Identificación de trabajos creados por IA	GPTZero, QuillBot, GPT Detector, AI Detector
Generación de rúbricas	QuickRubrick, Gradescope, Rubrica Marcador, Rubric Score
Asistencia a estudiantes con limitación auditiva/visual	Envision, VoxBox, Seeing AI, Speechify, NaturalReader

abánico de posibilidades (personalización del aprendizaje, evaluación automática, tutorías virtuales) mejorando así el proceso de enseñanza-aprendizaje convirtiéndola en una herramienta valiosa.

Por otro lado, debido a sus alcances casi ilimitados su implementación plantea desafíos éticos y pedagógicos que deben ser analizados desde una perspectiva crítica y reflexiva, estableciendo normas que regulen su uso para

obtener el máximo beneficio, evitando un uso excesivo e inadecuado.

Finalmente, el entorno global actual requiere docentes e instituciones educativas preparados para ofrecer una gama de herramientas y habilidades que permita al estudiante mejorar su desarrollo futuro.

Referencias

Acevedo E.N. (2023). La inteligencia artificial en la educación: una herramienta valiosa para los tutores virtuales universitarios y profesores

universitarios. *Panorama*, 17(32): 1-10. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v17i32.3681>

Aparicio W. A. (2023). La inteligencia artificial y su incidencia en la educación. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(2): 217-229. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>

García V. R., Mora A.B., Ávila J. A. (2023). La inteligencia artificial en la educación. *Dom Cien*, 6(3):648-666. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231632>

International Business Machine Co. (IBM). (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? <https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence>

Jara I. Ochoa J. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. Banco Interamericano de Desarrollo. Pp. 1-26. <https://dx.doi.org/10.18235/0002380>

Moreno R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *RITI Journal*, 7(14): 260-270. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242777>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2023). Oportunidades de la era de la Inteligencia Artificial para la educación superior: una introducción para los actores de la educación superior. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386670_spa

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). Gobierno de España. (2023) ¿Qué es la inteligencia artificial? <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/ques-inteligencia-artificial-ia-prtr>

Sánchez M. M. (2023). La inteligencia artificial como recurso docente: usos y posibilidades del profesorado. *Educar*, 1-15. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1810>

Sesento L. (2024). La inteligencia artificial en la educación: incertidumbre y perspectivas. *Revista ELYSIUM*, 7-9. <https://publicaciones.umich.mx/revistas/elysium/ojs/article/view/78>

Ubal. M. Tambasco P., Martínez S., García M. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación. Riesgos y potencialidades de la IA en el aula. *RiITE*, 15: 41-57. <https://doi.org/10.6018/riite.584501>

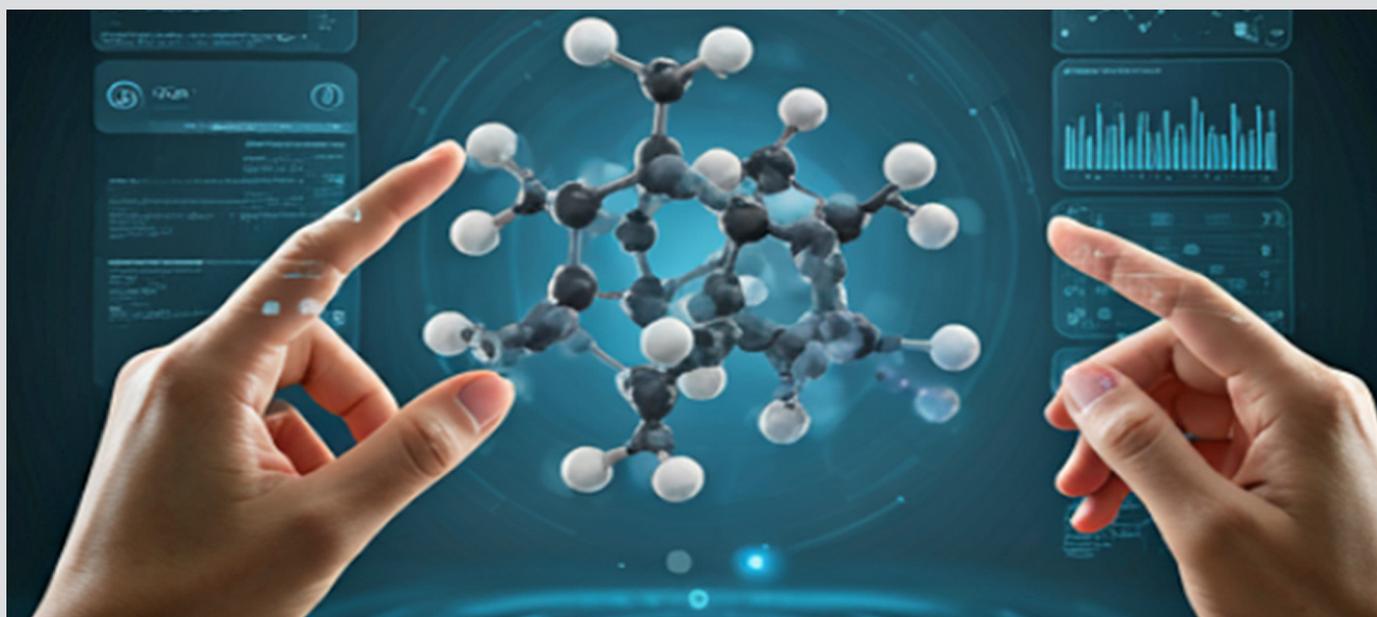


Figura 3. Entorno de realidad aumentada. Imagen creada mediante Gemini IA.

Los retos en la enseñanza de Inglés en las Aulas Nicolaitas:

Una reflexión ante los retos y enfoques de enseñanza de ILE en el siglo XXI

Challenges of teaching English in Nicolaitian classrooms

Karina Álvarez Escalera, Gracy Chávez Fabián y Héctor Aarón Ríos Mendoza

Departamento de Idiomas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.

Contacto: hector.rios@umich.mx

Resumen. En el presente artículo se reflexiona sobre el aprendizaje de inglés de los estudiantes de las nuevas generaciones en la UMSNH. Se habla, además, de las tareas del docente ILE, sus principales retos ante el Humanismo Nicolaita, la Nueva Escuela Mexicana, la concordancia con el Marco Común Europeo de Referencia, disfrute de los derechos humanos, equidad de género y el uso de las nuevas tecnologías de la información. Se sugiere una actitud positiva ante los nuevos retos que la enseñanza de ILE tiene para alcanzar los objetivos educativos que desde la enseñanza de inglés se dan en teoría.

Palabras clave: Humanismo Nicolaita, Nueva Escuela Mexicana (NEM), Marco Común Europeo de Referencia (MCER).

Abstract. This article reflects on the English language learning of the new generation of students at UMSNH. It also explores the primary challenges faced by EFL teachers within the context of Nicolaita Humanism, the New Mexican School, and their necessity to harmonize their work with the Common European Framework of Reference requirements, human rights enjoyment, gender equity, and the correct use of new information technologies. A positive attitude is recommended when facing the new summits presented by EFL teaching in order to reach educational objectives related to their field of instruction.

Keywords: Nicolaita Humanism, New Mexican School (NMS), Common European Framework of Reference (CEFR).

¿Es importante que los maestros de inglés de la UMSNH cambiemos?

El paso del tiempo lo cambia todo y esto sin duda sucede en la educación, cada generación de alumnos tiene una manera diferente de ver la vida, esto lo sabemos todos y, sin embargo, siempre hay resistencia a este cambio. Los maestros, incluidos los de inglés, aprendimos lo que enseñamos de una cierta manera y muchas veces tendemos a replicar esa manera con nuestros alumnos y eso nos funciona por varios años, pero llega el momento en que la realidad nos atropella si no nos movemos a su ritmo o, peor aún, si no nos movemos en lo absoluto. En este momento, muchos de nosotros estamos a punto de ser atropellados. Las generaciones están cambiando a pasos agigantados en temas como respeto a los

derechos humanos, género, machismo, homofobia, racismo y misoginia; sus formas de relacionarse socialmente se han transmutado, prestan atención a las cosas de distinta manera y en lapsos de tiempos diferentes. En resumen, son distintos a generaciones pasadas. Muchos profesores no nos damos cuenta de que todos estos cambios deberán, tarde o temprano, verse reflejados en el aula. Nos resistimos al cambio, nos resistimos a movernos, nos quedamos atrás.

¿Qué pasa con la enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera (ILE) en México?

En México hay importantes cambios en el mundo educativo; las pedagogías tradicionales comienzan a dejar paso a lo que hoy en día se conoce como pedagogías activas, que tienen que ver

con el aprendizaje significativo y con el estudiante actual. La educación ha ido encontrando poco a poco respuesta a los desafíos del siglo XXI en los que ahora no sólo importa que el alumno adquiera ciertos conocimientos, sino que también adquiera habilidades y competencias que le permitan desenvolverse en diversos ámbitos, tanto sociales como laborales, ambientes modificados por la revolución tecnológica y la globalización.

La corriente constructivista-humanista destaca como una de las más dinámicas, ya que considera al estudiante pieza fundamental a la hora de aprender. Para el constructivismo, el conocimiento no sólo se obtiene de experiencias previas del alumno, sino también de su entorno personal. A esta corriente se le han unido otros enfoques que fomentan el trabajo en equipo o el conocimiento adquirido de manera colectiva. Tal es el caso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que tiene como fin desarrollar las competencias que se necesitan para enfrentar los retos del mundo social y laboral que les esperan a las generaciones futuras.

La enseñanza del inglés, sin embargo, no se ha adaptado del todo a estos cambios propuestos en México. Aun cuando se siguen libros de texto apegados al Marco Común Europeo de Referencia y/o a la Nueva Escuela Mexicana (los cuales pueden trabajarse siguiendo las nuevas prácticas), las clases siguen sin suficientes actividades que promuevan la inclusión, la colaboración y/o la propia construcción del conocimiento. Se sigue enseñando inglés con métodos antiguos como lo es el Presentation, Practice and Production (PPP), nacido en los 60, o el grammar translation, que existe desde finales del siglo XVIII, por mencionar dos ejemplos. Esta forma de enseñar, aunque sigue teniendo cosas buenas, necesita cambiar profundamente para adaptarse a las nuevas circunstancias sociales.

¿Cómo enseñamos Inglés como Lengua Extranjera (ILE) en las aulas nicolaitas?

En las aulas nicolaitas el inglés es una materia presente en varios programas educativos, tenemos por ejemplos el Bachillerato Nicolaita y la Coordinación del Departamento de Idiomas donde se enseña tomando en cuenta dos factores

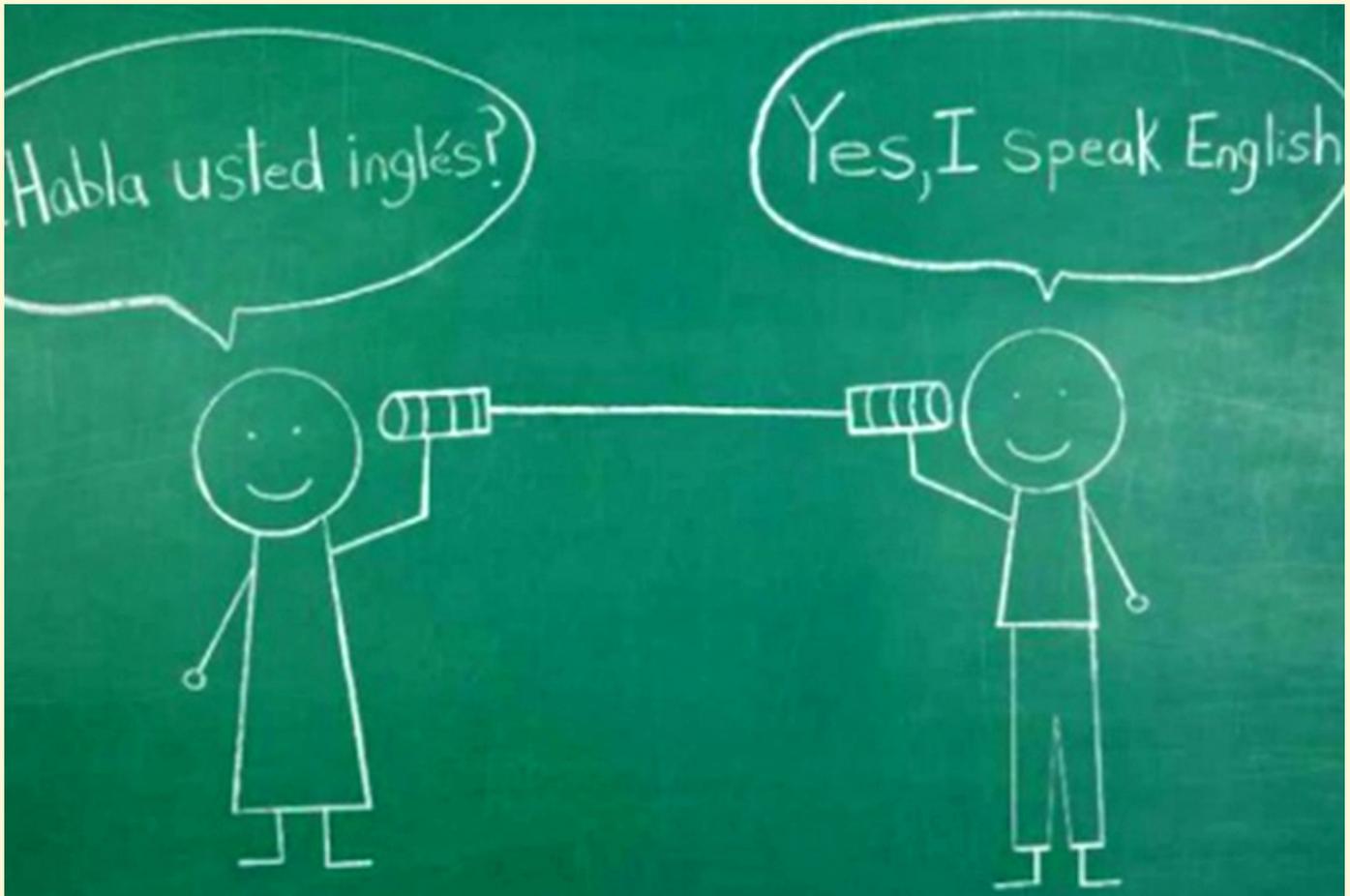


Figura 1. Se sigue enseñando inglés con métodos antiguos (tomada de: <https://maestrosdemexico.com>).

importantes, el primero tiene que ver con la idea de que los libros de texto (el método) que se utilizan para su enseñanza respondan a lo sugerido por el Marco Común Europeo de Referencia (MCER, 2020), mismo que describe detalladamente las habilidades lingüísticas, interacción social y de inclusión que un usuario debería tener, y que dichos “libros de texto” promuevan el aprendizaje para que en determinados ciclos de enseñanza el alumno alcance los niveles descritos en el “saber hacer” de dicho marco.

Hay también programas basados en lo que se denomina inglés con propósitos específicos que utilizan el método de enseñanza tradicional basado en la traducción e interpretación de textos académicos y que corresponden al área (escuela) donde se operan.

Se podría inferir que en los planes y programas nicolaitas para la enseñanza del ILE se promueve el humanismo como enfoque principal de enseñanza-aprendizaje y “como método principal, el

enfoque comunicativo combinado con el modelo constructivista descrito por...” Vera Velázquez, (2020) centrándose primordialmente en la construcción del conocimiento por parte de los aprendices, abarcando la perspectiva instruccional (deductivo-inductivo, enseñanza por tareas y trabajo colaborativo), destacando el papel protagónico del estudiante para lograr la adquisición de nuevos conocimientos que ayuden a alcanzar el dominio del idioma.

Sin embargo, en la revisión preliminar, más no exhaustiva, de lo alcanzado por el estudiante en los niveles propuestos en dichos planes y programas el desarrollo socio-lingüístico logrado no es el esperado y una de las razones de esto parece ser que el docente en ILE sigue, al igual que los docentes de esta materia en el resto México, resistiéndose a los cambios pedagógico-didácticos propuestos por el MCER en su última adición y/o a los propuestos por los órganos reguladores de la educación en México, sigue prefiriendo como métodos de enseñanza los tradicionales ya

mencionados, que si bien atienden esporádicamente el desarrollo de habilidades comunicativas, no desarrollan estrategias de aprendizaje que promuevan una metacognición y uso del lenguaje apropiado. Es decir, se enfocan más en la corrección gramatical y el aprendizaje de vocabulario a través de la traducción de términos y dejan a un lado estrategias más efectivas de aprendizaje y uso de la lengua meta en cuestión.

¿Qué características tienen los estudiantes en las aulas universitarias de hoy en día?

En las aulas universitarias hoy estudian, en su mayoría, jóvenes entre los 19 y 25 años quienes pertenecen a la generación Z y comparten, entre otras, las siguientes características: tienen un manejo adecuado de las TICs, pero aunque es verdad que los estudiantes de hoy usan de manera diaria la tecnología el acceso o la utilización de recursos tecnológicos no es suficiente si estos no son usados de manera adecuada para fomentar el aprendizaje; Gozan de

facilidad de resolución de varias tareas (multitasking), sin embargo, el multitasking muchas veces disminuye en el plano educativo ya que para ellos la actividad pedagógica es monótona y no se desarrolla frente a modalidades de tecnología que motiven su aprendizaje lo que en realidad los vuelve más distraídos, desconcentrados y con periodos más cortos de atención; viven en la inmediatez, porque consiguen todo lo que buscan en la Web.

Como producto de la inmediatez propia de la tecnología, suelen ser impacientes y mostrar poca tolerancia a la frustración; son mayormente inclusivos, debido a que trabajan en comunidad virtual. Para ellos aprender se trata de conectar diferentes ideas y fuentes de información; viven en la incertidumbre, porque han sido criados en un entorno volátil, incierto y de constante transformación. Esta incertidumbre los predispone al cambio constante.

¿Qué características tienen los estudiantes de ILE de nivel básico de la UMSNH?

Los alumnos de inglés de la UMSNH tienen, en su mayoría, entre 15 y 25 años y estudian preparatoria o alguna carrera universitaria de las múltiples ofertadas por esta institución.

Para realizar la presente reflexión, se aplicó una encuesta a estudiantes de la UMSNH en edad de entre 17 y 19 años que estudian inglés. A la pregunta sobre qué actividades creen que les ayudan más a aprender la lengua meta, un 68% menciona que relacionar imágenes, un 68% escuchar música; conversar con otro hablante solo fue mencionado por un 38%; resolver sus dudas con un compañero/a se mencionó en un 33% de las encuestas.

Un dato relevante es que algunas actividades que podríamos considerar anticuadas, como contestar ejercicios impresos o tomar apuntes, siguen siendo consideradas como efectivas por el 40% y 38% respectivamente. Lo que consideran poco funcional es la traducción de textos y audios, mencionándolo solo un 12% y, para nuestra sorpresa, por tratarse de tecnología, escuchar podcasts en inglés y utilizar aplicaciones educativas solo fue opción para el 12%.



Figura 2. Colocar al estudiante en el centro del aprendizaje es uno de los principales retos para la enseñanza de Inglés en las aulas nicolaitas (fotografía de los autores).

Al preguntarles qué herramientas digitales saben utilizar, el 59% mencionó Word de Office y un 64% Google Classroom. Un 88% dijo YouTube y alrededor de un 88% habló de WhatsApp, seguido en menor grado por Instagram y TikTok. Dentro de las herramientas poco o nada utilizadas están Moodle, Genially, Prezi, Classdojo, Pizarra de Microsoft y Classpoint. Es importante mencionar que las aplicaciones directamente relacionadas con el aprendizaje no son consideradas como un medio a aplicar en la clase de inglés.

A la pregunta sobre su grado de atención en las clases de inglés, un 64% admitió que algunas veces se distrae en la

clase, un 14% marcó casi siempre y un 2.5% dijo que nunca se distrae.

Sobre la pregunta expresa de si el docente ILE ha respetado y valorado sus opiniones, un 26% contestó que a veces y un 5% respondió que nunca. Un 95% considera que el rol del profesor es importante para el aprendizaje de inglés y un 5% considera que a veces. Al preguntar si la inteligencia artificial (IA) podría reemplazar el papel del profesor de idiomas, un 17% consideró que no; en cambio, un 29% considera que la posibilidad de que seamos reemplazados por la IA ronda el 40%.

En los temas de derechos humanos, equidad de género, machismo,

homofobia y discriminación y racismo, un 52% piensa que las diferencias de opinión entre maestros y alumnos se manifiestan en los asuntos de equidad de género, un 42% en derechos humanos y entre 8% y 14% en temas de machismo, homofobia, discriminación y racismo. Sobre las diferencias de opinión que creen que influyen en el ambiente en el salón de clases ILE, el 45% y 50% de los encuestados manifestó que la diferencia de ideas en los temas de equidad de género y derechos humanos, respectivamente, influyen en el ambiente de aprendizaje. Un 19% consideró que el machismo influye en el ambiente aulaístico.

De este pequeño ejercicio estadístico se puede deducir que los jóvenes en los cursos básicos de la UMSNH tienen estilos de aprendizaje que se encuentran dentro de lo visual-auditivo; ven al docente como un andamio importante para lograr comunicarse en la lengua meta; conocen del uso de las tecnologías, pero carecen de herramientas digitales educativas suficientes para apoyar o desarrollar sus estrategias de aprendizaje en ILE; en la media y moda estudian menos de una hora semanal adicional a sus lecciones; y ven a la inteligencia artificial, en el futuro, como un medio que puede reemplazar la enseñanza de los profesores de ILE. Con preocupación se hace notar que de alguna manera los alumnos no se sienten respetados en relación con el disfrute de sus derechos humanos y en equidad de género.

¿Existen nuevos enfoques pedagógicos para enseñar de manera diferente a los jóvenes?

Existen varios principios y estrategias que reconocen y aprovechan las características únicas de los estudiantes de la era digital, por ejemplo: herramientas como tabletas, computadoras, y aplicaciones educativas en el aula; actividades prácticas que permitan a los estudiantes experimentar y aplicar los conocimientos en situaciones reales o simuladas; aprendizaje basado en proyectos (ABP) donde trabajen en equipos para resolver problemas del mundo real; adaptación del contenido y las actividades a los intereses, necesidades y ritmos de aprendizaje individuales; sistemas de tutoría inteligente y análisis de datos para ofrecer retroalimentación personalizada y

recursos adaptativos; incorporación de elementos de juego y plataformas de gamificación como Kahoot!, o Classcraft con puntos, insignias y competencias que aumenten la motivación, el compromiso e interactividad; creación de redes de aprendizaje, donde colaboraren en línea y de manera física, con otros estudiantes, profesores y expertos para la construcción de conocimientos compartidos; enfoque del aprendizaje en el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación y la colaboración; fomento de la alfabetización digital y la competencia tecnológica. Estas estrategias permiten a los educadores crear entornos de aprendizaje atractivos, relevantes y efectivos para los nativos digitales, al tiempo que desarrollan habilidades y competencias esenciales para su futuro.

¿Se está adaptando México a las nuevas formas de educar?

Recientemente, la Propuesta del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) 2024, desarrollado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), ha destacado un punto de inflexión al introducir la educación inclusiva, intercultural y de justicia social. "Este modelo busca integrar la diversidad cultural de México en las aulas, conectando los contenidos escolares con los problemas y retos de las comunidades..." SEP 2024. Esto supone un paso importante para que la educación en México sea más integral. Sin embargo, aún hay que añadir el aspecto tecnológico y crear más redes de conocimiento.

A pesar de todos estos avances, el sistema educativo sigue enfrentando el desafío de implementar estas teorías de manera efectiva en las aulas. Es crucial capacitar a los docentes, ofrecer recursos tecnológicos y asegurarse de que las comunidades rurales y marginadas también estén en el radar. Todo esto es clave para que estas nuevas propuestas pedagógicas realmente beneficien a todos los estudiantes.

Conclusión

Regresando a la primera pregunta de si los maestros nicolaitas de inglés debemos cambiar, la respuesta es

definitivamente sí, y de manera urgente. Debemos considerar las características socio-pedagógicas y psicológicas de nuestros alumnos y aprovecharlas para obtener mejores resultados. Para hacer esto posible, es necesario amalgamar lo que sabemos y usamos con los nuevos enfoques pedagógicos.

Es imperativo actualizarnos para llevar a la práctica nuevos conocimientos que permitan proponer y lograr nuevas metas educativas. Tenemos la obligación de demostrar respeto y consideración a las opiniones y creencias de nuestros alumnos en temas como derechos humanos, género y machismo, a fin de mejorar el ambiente en las aulas. Debemos no sólo movernos, sino convertirnos en líderes que promuevan el cambio y la mejora constante.

La educación en México está en un proceso de transformación. Adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades de las nuevas generaciones no sólo es una exigencia del presente, sino una inversión en el futuro. Al colocar al estudiante en el centro del aprendizaje y responder a sus intereses, el sistema educativo puede formar jóvenes críticos, creativos y capaces de enfrentar los desafíos globales.

Referencias.

- Consejo de Europa (2020), Marco común europeo de referencia para las lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación. Volumen complementario. Servicio de publicaciones del Consejo de Europa: Estrasburgo. Recuperado de www.coe.int/lang-cefr.
- Secretaría de Educación Pública. (2024). Propuesta del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) 2024. Recuperado de <https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/propuestaMCCEMS>
- Vera Velazquez, R., Castro Piguave, C., Estévez Valdés, I., & Maldonado Zúñiga, K. (2020). Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista aplicadas a la educación superior: Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista. *Revista Científica Sinapsis*, 3(18). Recuperado de <https://doi.org/10.37117/s.v3i18.399>

Importancia de los Pueblos Mágicos para la preservación ecosistémica y cultural de México

Importance of Magical Towns for the ecosystem and cultural preservation of Mexico

José Manuel Castellanos Martínez

El Colegio de Michoacán, Zamora, Mich., México

Contacto: joma_casarq@hotmail.com

Resumen. Además de la importancia económica, cultural y turística de los Pueblos Mágicos por su riqueza y patrimonio cultural y material, se reconoce su relevancia para la conservación ambiental por la riqueza natural y ecosistémica que se encuentra dentro de sus límites territoriales. De tal manera, este artículo demuestra, a través de la cartografía los recursos ecosistémicos dentro o cerca de aquellas localidades reconocidas como Pueblos Mágicos en el país. Con esto se propone integrar, a la figura de Pueblos Mágicos para el diseño integral de políticas en materia ambiental, orientadas hacia la conservación ecosistémica como complemento para el aprovechamiento turístico de estos territorios.

Palabras clave: recursos naturales, Pueblos Mágicos, ecosistemas.

Abstract. In addition to the economic, cultural and touristic importance of the Magical Towns due to their wealth and cultural and material heritage, their relevance for environmental conservation is recognized due to the natural and ecosystemic wealth found within their territorial limits. Thus, this article demonstrates, through cartography, the ecosystemic resources within or near those localities recognized as Magical Towns in the country. With this, it is proposed to integrate the figure of Magical Towns for the comprehensive design of environmental policies, oriented towards ecosystemic conservation as a complement to the touristic use of these territories.

Keywords: natural resources, Pueblos Mágicos, ecosystems.

ejemplo: desarrollo, bienestar o turismo (Alcázar y Olmos, 2020; Córdova et al., 2018; Enríquez y Vargas, 2021; García y López, 2018; Warnholtz, 2014), sin resultados claros en algunos casos y buenos resultados en otros, sin duda se trata de una iniciativa que abre oportunidades para el impulso económico de las comunidades con alternativas turísticas relacionadas con el intercambio cultural, ecológico y rural (Alcázar y Olmos, 2020). De modo que es un modelo turístico a pequeña escala, diferente a los modelos tradicionales masivos desarrollados en litorales o grandes ciudades con destinos diversos.

Las localidades reconocidas como Pueblos Mágicos que desarrollan prácticas de turismo a pequeña escala, no reflejan los mismos resultados económicos, de crecimiento o de desarrollo que aquellos lugares de turismo a gran escala (Enríquez y Vargas, 2021; Rodríguez, 2012).

Sin embargo, en este artículo partir de la cartografía se demuestra que en aquellas localidades, además del desarrollo económico a través del turismo, existen oportunidades para la conservación de ecosistemas, ya que un alto porcentaje de los Pueblos Mágicos de México se encuentra en territorios con una gran riqueza natural, cultural o ecosistémica, en sistemas de sierras, bosques, Áreas Naturales Protegidas, paisajes con cuerpos de agua o dentro de territorios indígenas que preservan rasgos originarios de su lengua, tradiciones, cosmovisión, o técnicas artesanales, entre otros elementos que integran su

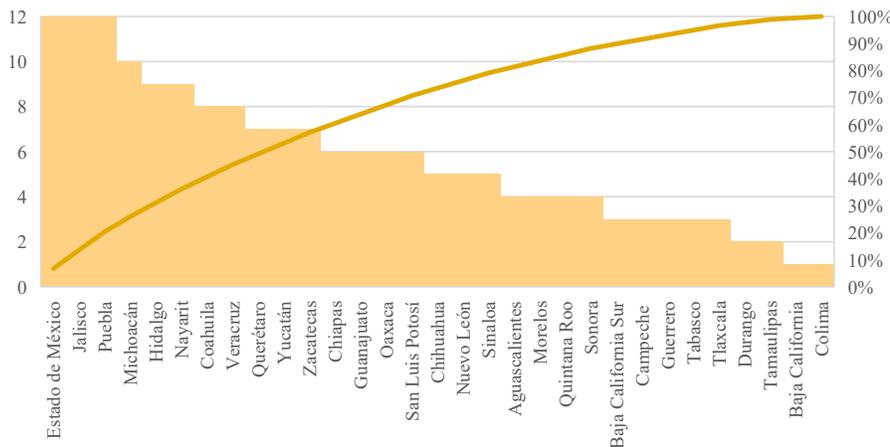


Figura 1. Pueblos mágicos por entidad federativa. Elaboración propia con información de Sectur (2023).

Los Pueblos Mágicos de México

La iniciativa Estatal de Pueblos Mágicos comenzó en el año 2001 como una política estratégica para impulsar y orientar el desarrollo local mediante la oferta turística de localidades que han conservado parte de su patrimonio

cultural, natural o material (Diario Oficial de la Federación, DOF, 2014; Enríquez y Vargas, 2021), actualmente hay 177 localidades reconocidas como Pueblos Mágicos (Secretaría de Turismo, Sectur, 2023; Valladolid, 2023). Aunque se trata de un programa que ha sido analizado y evaluado desde distintas aristas, por

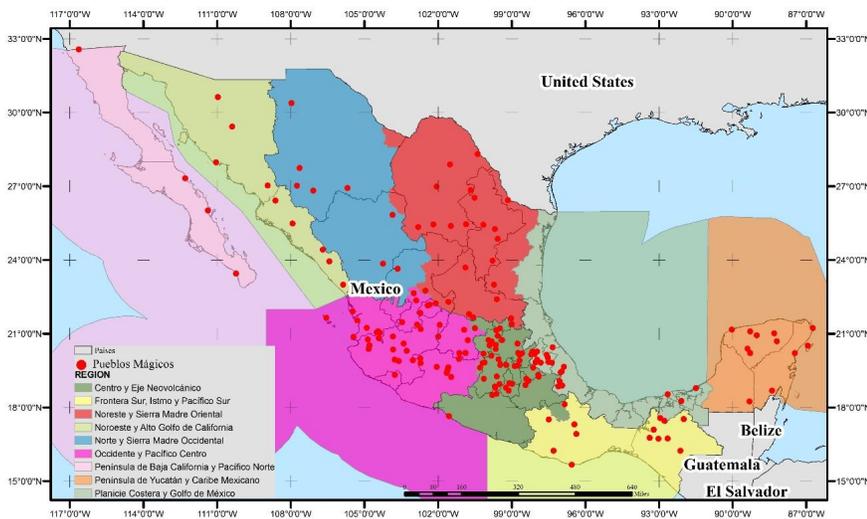


Figura 2. Pueblos mágicos por entidad federativa y regiones biogeográficas. Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2024).

identidad (Bolaños et al., 2021; Padilla, 2019).

De manera que el objetivo de este artículo es mostrar tanto la localización de los Pueblos Mágicos en el País como su densidad en determinados territorios con características ecológicas y culturales que no solo tienen posibilidades turísticas, sino también como actores estratégicos para la conservación de los ecosistemas naturales en el país.

En la Figura 1 se observan a los estados con mayor número de localidades declaradas como Pueblos Mágicos, así como el porcentaje de Pueblos Mágicos por entidad. Destacan Estado de México (12), Jalisco (12), Puebla (12) y Michoacán (10), entre otros estados que se ubican dentro de la misma región, centro y centro-occidente del país. Además de mostrar las barras en la Figura 1, también se observa la curva de Pareto que da cuenta del porcentaje de Pueblos Mágicos acumulados por entidad federativa.

Como complemento a la gráfica anterior, en la Figura 2, se muestra la ubicación y densidad de los Pueblos Mágicos en determinadas regiones del territorio, representados con puntos rojos, mientras que las superficies de colores representan las regiones biogeográficas dadas por la CONABIO (Comisión Nacional para

el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Se observa que la mayor cantidad de Pueblos Mágicos en México se concentra en el occidente y centro-occidente (color rosa intenso y color verde intenso) que coincide con el Eje Neovolcánico Transversal. Esta región, cuenta con una trascendencia cultural e histórica importante, ahí se encuentran grandes paisajes naturales conformados principalmente por sistemas de bosques de pino, oyamel, y pino-encino. Se trata de una cordillera que, de acuerdo con los mapas de este documento, perceptualmente, está conformada de importantes ecosistemas con montañas, valles,

ríos, mesetas, lagos, lagunas y manantiales, donde se encuentran establecidos cerca del 50 % de los Pueblos Mágicos del país.

La Figura 3, muestra las principales presas (puntos verdes) y los ríos más importantes del país (líneas azules). Mientras que el mapa 3 muestra el sistema de elevaciones del país. Se observa que la mayoría de los denominados pueblos mágicos se localizan en mayor medida en los ecosistemas de presas, ríos y bosques, esta concentración ecosistémica en estos territorios genera el desarrollo de microclimas y una producción en cadena de diversos servicios ecosistémicos (entre otros están los paisajísticos, culturales, económicos, generación de oxígeno, producción agua, regulación climáticas y otros procesos indispensables para el ser humano), todo esto da cuenta de la importancia de los pueblos mágicos no solo para la preservación cultural, sino también para la conservación ecosistémicas y mitigación y prevención de futuros problemas ambientales.

La Figura 5 muestra la Áreas Naturales Protegidas del país (en color amarillo) y los territorios indígenas (en color verde). Aquellos Pueblos Mágicos que no se ubican en ecosistemas montañosos, por ejemplo, los del sur del país y algunos del norte, se encuentran dentro de las Áreas

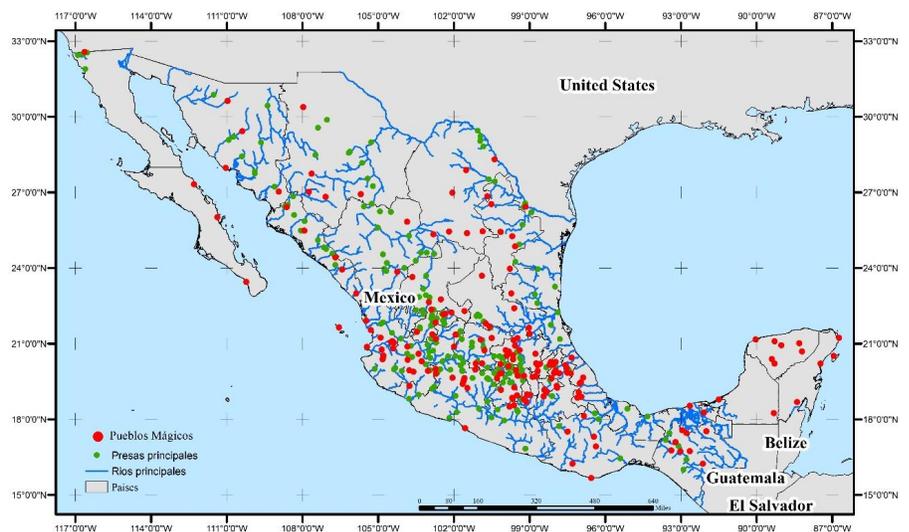


Figura 3. Presas y ríos principales de México y Pueblos Mágicos. Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2020).

Naturales Protegidas o dentro de las regiones caracterizadas como indígenas, los cuales también son importantes ecosistemas que aportan tanto un potencial natural como cultural para el aprovechamiento turístico de los Pueblos Mágicos y de las localidades cercanas.

Finalmente, debido a que el turismo en los Pueblos Mágicos tiene la virtud de generar empleos e incentivar la economía de zonas rurales, ha sido visto tradicionalmente como una herramienta para el desarrollo económico (Alcázar y Olmos, 2020), pero no es exclusivo de este, ya que como vemos en los mapas mostrados los Pueblos Mágicos como destinos turísticos también tienen el potencial de preservación ambiental debido a que su población habita dentro de importantes ecosistemas naturales, culturales y protegidos, de modo que podrían ser actores importantes a considerar su participación para la toma de decisiones no solo en sus territorios, sino en el país.

Referencias

Alcázar Guzmán, A., y Olmos Martínez, E. (2020). Estado del conocimiento sobre el desarrollo sustentable en Pueblos Mágicos. *Dimensiones turísticas*, 4(7), 93-124. <https://doi.org/10.47557/OFXE8035>

Bolaños Ortega, R., Lizardi Rojo, V., y Roldán Oropeza, N. A. (2021). Los Pueblos Mágicos y la relevancia de la educación cultural de sus

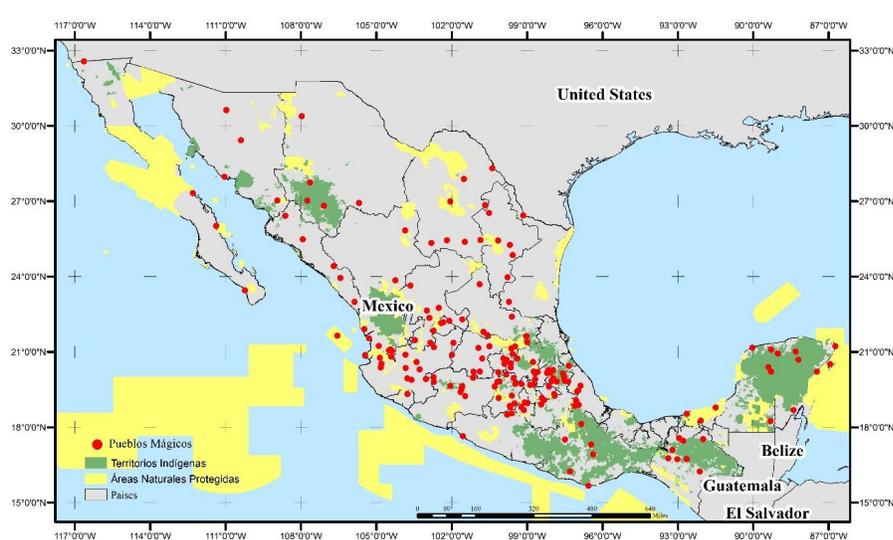


Figura 5. **Áreas Naturales Protegidas, territorios indígenas y Pueblos Mágicos.**

Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP (2024).

habitantes para fomentar el turismo y el desarrollo local. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 8(2), e-442. <https://doi.org/10.22579/23463910.442>

CONABIO (2024). Provincias biogeográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/rgeconom/recomgw

CONANP (2024). Atlas interactivo de Áreas Naturales Protegidas. https://sig.conanp.gob.mx/atlas_anp

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2014). Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos generales para la incorporación y permanencia al Programa Pueblos Mágicos. <https://bit.ly/3bbM4xs>

Enríquez, J. y Vargas, R. (2021). El estudio de los Pueblos Mágicos. Una revisión a casi 20 años de

la implementación del programa. *Dimensiones Turísticas*, 5(8), 9-38. <https://doi.org/10.47557/SYWY9441>

INEGI (2017). INEGI, Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM). <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

INEGI (2020). INEGI, Geografía y medio ambiente, Hidrografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/>

Sectur (26 de junio de 2023). México con 45 nuevos Pueblos Mágicos. Gobierno de México, Secretaría de Turismo. <https://www.gob.mx/sectur/prensa/mexico-con-45-nuevos-pueblos-magicos>

Valladolid, Mónica (junio 26, 2023). México eleva a 177 su lista de Pueblos Mágicos; estas son las nuevas 45 localidades. *Forbes*. <https://forbes.com.mx/mexico-eleva-a-177-su-lista-de-pueblos-magicos-estas-son-las-nuevas-45-localidades/>

Córdova, K., Guillén, M. y Gutiérrez, V. (2018). Oportunidad laboral para los jóvenes residentes de una ciudad turística: estudio de caso Álamos, Sonora. En J. Enríquez (Coord.) *Turismo, sustentabilidad y desarrollo local. Tendencias del desarrollo turístico en una región del noroeste de México* (pp. 178-189). Pearson Educación.

García, E. y López, V. (2018). Propuesta de una agenda para la investigación del turismo sustentable en los pueblos mágicos de Puebla. *Regiones y Desarrollo Sustentable*, 18(34), 1-28. <https://bit.ly/3tXAbUF>

Rodríguez, S. (2012). Pueblo mágico El Fuerte. Recorrido turístico a partir del imaginario colectivo. *Topofilia, Revista Científica de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, 3(2), 1-31. <https://bit.ly/3jVCIKq>

Warnholtz, G. (2014). El programa Pueblos Mágicos en el laberinto de las políticas públicas mexicanas. En A. Valenzuela, C. Alvarado, C. Saldaña y G. Gama (Coords.), *Imaginarios del paisaje y el turismo. Entre tradición y distintivos oficiales* (pp. 289-307). Juan Pablos Editor y Universidad Autónoma del Estado de México.

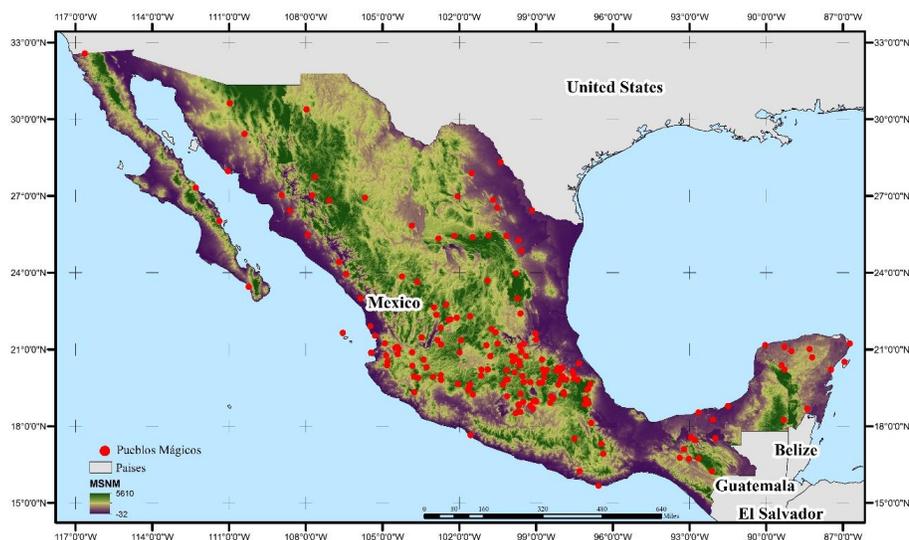


Figura 4. **Sistema de elevaciones de México y Pueblos Mágicos.**

Elaboración propia con datos del INEGI (2017).

San Luis Potosí y la pandemia: Desentrañando la salud y el impacto social

San Luis Potosí and the pandemic: Unraveling health and social impact

José Alfredo Mata Lozano, Miguel Ángel Mendoza Romo
y José Arturo Valdés Méndez

Centro de Investigación en Sistemas de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

Contacto: conkerartur@gmail.com

Resumen. Este artículo explora cómo el COVID-19 afectó al estado de San Luis Potosí desde el inicio de la pandemia en 2020 hasta 2022, analizando factores clave como la distribución de casos, las características de los afectados y cómo influyeron las condiciones sociales y económicas en la propagación del virus. Uno de los puntos destacados es cómo la pandemia agravó las desigualdades en salud: los grupos de mayor pobreza y las personas con enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión mostraron mayores riesgos de contagio y complicaciones. Además, se identificaron diferencias importantes en la efectividad de distintas vacunas aplicadas en el estado, observando que algunos biológicos ofrecieron más protección que otros. Con estos datos, el estudio subraya la importancia de considerar las particularidades locales al tomar decisiones de salud pública especialmente en la implementación de estrategias de prevención, la distribución de recursos y la priorización de intervenciones para proteger a los grupos más vulnerables.

Palabras clave: Determinantes sociales de la salud, COVID-19, Epidemiología.

Abstract. This article explores how COVID-19 impacted the state of San Luis Potosí from the beginning of the pandemic in 2020 through 2022, analyzing key factors such as case distribution, affected population characteristics, and how social and economic conditions influenced virus spread. A major highlight is how the pandemic worsened health inequalities: groups with higher poverty levels and individuals with chronic illnesses such as diabetes and hypertension faced greater risks of infection and complications. Additionally, important differences in the effectiveness of various vaccines administered in the state were identified, with some offering more protection than others. With these data, the study underscores the importance of considering local particularities when making public health decisions, especially in implementing prevention strategies, distributing resources, and prioritizing interventions to protect the most vulnerable groups.

Keywords: COVID-19, Epidemiology, Social Determinants of Health.

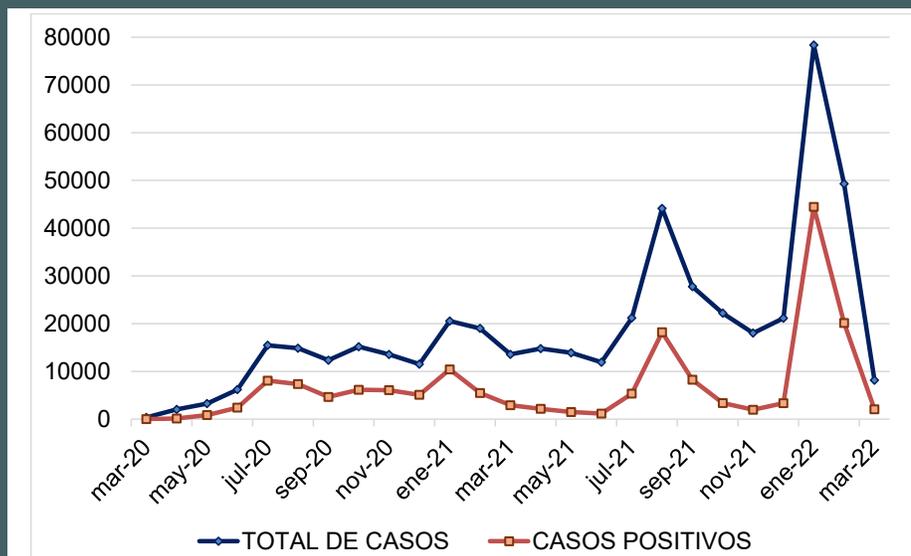


Figura 1. Casos positivos para infección por SARS-CoV-2 en el Estado de San Luis Potosí durante 2020-2022. Elaboración propia con base en los datos recolectados por la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí.

El inicio de la batalla contra la pandemia

En febrero de 2020, México detectó su primer caso de COVID-19, lo que desencadenó una pandemia que colapsó el sistema de salud en varias regiones y causó miles de muertes debido a su alta contagiosidad (Forster et al., 2020). Ante esta realidad, las primeras respuestas se centraron en el aislamiento social y en medidas de higiene personal, como el lavado frecuente de manos.

El enfoque en salud pública resultó esencial para analizar fenómenos que afectan a toda la población, destacándose por su carácter multidisciplinario y su orientación hacia la transformación social (Frenk, 2003).

Entre las funciones clave de la salud pública se incluyen la promoción de la salud, que busca empoderar a las personas para mejorar su bienestar mediante una alfabetización sanitaria activa y la vigilancia epidemiológica, que monitorea riesgos en tiempo real para implementar respuestas efectivas (OPS, 2020; Juvinyà-Canal, 2021). Sin embargo, la falta de integración transdisciplinaria representa un desafío. Avanzar hacia una vigilancia que analice datos de manera sistemática, con un enfoque en determinantes sociales, permitirá intervenciones más completas y equitativas (OPS, 2017).

Urbanización y pobreza, factores que agravaron la pandemia

La COVID-19 mostró cómo la desigualdad y las condiciones de vida impactaron directamente en la salud. En comunidades con índices altos de urbanización y pobreza, las muertes fueron más frecuentes (Hernández Bringas, 2020).

En la Ciudad de México, las colonias con bajo desarrollo social concentraron el 47% de las defunciones, y la población en estas áreas falleció, en promedio, 10 años más joven que quienes vivían en zonas de mayor desarrollo social (López-Arellano et al., 2024).

El hacinamiento también agravó la propagación del virus: los hogares con más de dos personas por dormitorio tuvieron una prevalencia de

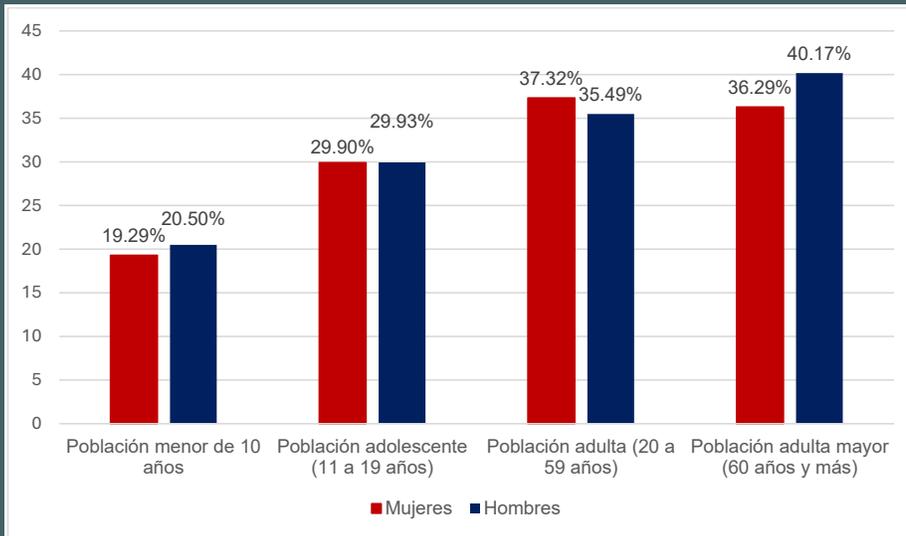


Figura 2. Casos positivos para infección por SARS-CoV-2 por edad y sexo en el Estado de San Luis Potosí durante 2020-2022. Elaboración propia con base en los datos recolectados por la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí.

seropositividad del 18.3%, frente al 11.6% en hogares con menos de dos personas por cuarto (López-Olmedo et al., 2021).

Además de las desigualdades territoriales, las condiciones de salud preexistentes también jugaron un papel clave en la severidad del impacto del COVID-19.

La carga oculta de la pandemia: edad y enfermedades crónicas

La alta prevalencia de enfermedades crónicas, como hipertensión (43.4%), diabetes (37.2%) y obesidad (23.2%), incrementó significativamente el riesgo de complicaciones por COVID-19. La diabetes aumentó 1.25 veces el riesgo de muerte, y las personas mayores de 80 años presentaron un riesgo 13 veces mayor (Fomina et al., 2024). Entre los niños, la susceptibilidad aumentaba con la edad: de un 15.9% en niños de 3 a 5 años a un 27.6% en adolescentes (Canto-Osorio et al., 2021; Plasencia-Urizarri et al., 2020).

La vigilancia epidemiológica en San Luis Potosí permitió analizar cómo estas desigualdades y condiciones de salud interactuaron durante la pandemia

San Luis Potosí frente al COVID-19: Datos desde la vigilancia epidemiológica

Según los datos recopilados por la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí, se realizaron un total de

480,025 pruebas de PCR en instituciones públicas y privadas. Estas pruebas se llevaron a cabo para identificar infecciones por SARS-CoV-2, virus responsable del COVID-19, en personas que buscaban atención médica ambulatoria.

Del total de pruebas, 47.5% de los participantes fueron hombres y el 52.5% mujeres, con una media de edad de 39 años. Se observó que la mayoría de los casos probables se concentraron en personas entre 20 y 39 años, representando el 46% del total de los casos reportados. En cuanto a los resultados de las pruebas PCR para

detectar SARS-CoV-2, el 64.3% de los casos resultaron negativos, mientras que solo el 35.7% dieron positivos. Estos datos pueden visualizarse en la figura 1 y 2.

De las personas estudiadas, solo 109,427 reportaron haber completado su esquema de vacunación, mientras que 341,779 no contaban con él. De aquellos con esquemas completos, el 8.7% presentaron resultados positivos para SARS-CoV-2, en comparación con el 24.4% de los no vacunados. La figura 3 describe los casos positivos por tipo de vacuna.

Las ocupaciones más afectadas incluyeron choferes, obreros, comerciantes y pensionados, representando entre el 40.92% y el 44.35% de los casos. En cuanto a los síntomas, los más comunes registrados entre las personas estudiadas fueron dolor de cabeza y tos seca, presentes en el 50% de los casos, seguidos de fiebre, que afectó al 35%.

En cuanto a las principales comorbilidades, la hipertensión se destacó como la más común, presente en el 10.3% de los casos, seguida de la obesidad con un 8.9% y la diabetes con un 7.5%. Sin embargo, se observó que las personas mayores de 20 años con diabetes tenían un riesgo 1.55 veces mayor de dar positivo en la prueba para SARS-CoV-2 en comparación con las que no tenían diabetes. En contraste, los

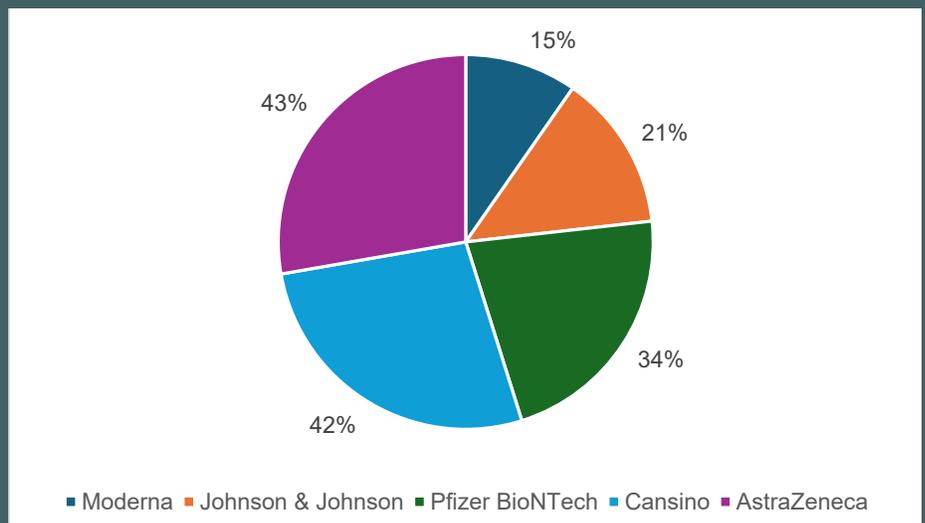


Figura 3. Casos positivos para infección por SARS-CoV-2 por tipo de vacuna en el Estado de San Luis Potosí durante 2020-2022. Elaboración propia con base en los datos recolectados por la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí.

Tabla I. Factores de riesgo que aumentan la probabilidad de presentar un resultado positivo para SARS-CoV-2 en el Estado de San Luis Potosí durante 2020-2022.

Características	Total	Positivos	Riesgo*	IC 95%**
Menores de 20 años	51,035	13,571	0.62	0.61-0.64
20 a 59 años	368,443	134,783	1.17	1.16-1.19
Mayores de 60 años	60,547	23,169	1.13	1.11-1.15
Diabetes	36,117	16,495	1.55	1.52-1.59
Hipertensión	49,591	21,723	1.45	1.42-1.48
Obesidad	42,807	19,026	1.49	1.46-1.52

Nota: *El riesgo está basado en el término razón de momios, que evalúa la probabilidad de que un evento ocurra en personas que tienen un factor de riesgo en comparación con aquellas que no lo tienen. **IC 95%: Intervalo de confianza, herramienta estadística que ayuda a medir cuán precisa es una estimación de resultado. Elaboración propia con base en los datos recolectados por la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí.

jóvenes menores de 20 años tenían un 38% menos probabilidad de obtener un resultado positivo. Los datos precisos pueden consultarse en la tabla I.

Conclusiones

Con la llegada de insumos, la adecuación de espacios y la vacunación, los casos de SARS-CoV-2 comenzaron a disminuir, marcando un cambio positivo en el control de la pandemia (Luzuriaga et al., 2022.). Sin embargo, las inequidades en salud mantuvieron a los grupos más vulnerables en mayor riesgo, reflejando cómo las desigualdades sociales amplificaron los impactos del COVID-19 en diferentes sectores de la población (Medina Borges & Castillo Hernández, 2021). Estas desigualdades se vieron agravadas por las interrupciones en servicios esenciales, como el manejo de enfermedades crónicas, que ampliaron las brechas de acceso y aumentaron la carga de condiciones prevenibles en comunidades vulnerables, especialmente grupos étnicos y poblaciones en pobreza (Hennis et al., 2021). Para enfrentar futuras pandemias, es fundamental registrar y analizar datos históricos, garantizar la participación comunitaria organizada y promover el acceso equitativo a tecnologías y conocimientos que fortalezcan la respuesta sanitaria (Edwards et al., 2022).

Referencias

- Canto-Osorio, F., Stern, D., Pérez-Ferrer, C., Arias-de la Garza, E., Danon, L., Barrientos-Gutiérrez, T., & Lajous, M. (2021). Seroprevalencia de SARS-CoV-2 en niños y adolescentes mexicanos en edad escolar. *Salud Pública de México*, 63(6, Nov-Dic), 803–806. <https://doi.org/10.21149/12847>
- Edwards, A. M., Baric, R. S., Saphire, E. O., & Ulmer, J. B. (2022). Stopping pandemics before they start: Lessons learned from SARS-CoV-2. *Science*, 375(6585), 1133–1139. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn1900>
- Fomina, A., Villa-Romero, A., García de la Torre, G. S., Tirado, L. L., & Wong-Chew, R. M. (2024). Factores de riesgo asociados a mortalidad por COVID-19 en México. *Gaceta Médica de México*, 160(1). <https://doi.org/10.24875/GMM.23000089>
- Forster, P., Forster, L., Renfrew, C., & Forster, M. (2020). Phylogenetic network analysis of SARS-CoV-2 genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(17), 9241–9243. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2011117117>
- Frenk, J. (2003). *La salud de la población. Hacia una nueva salud pública* (FCE, SEP, & CONACYT, Eds.). Fondo de Cultura Económica.
- Hennis, A. J. M., Coates, A., del Pino, S., Ghidinelli, M., Gomez Ponce de Leon, R., Bolastig, E., Castellanos, L., Oliveira e Souza, R., & Luciani, S. (2021). COVID-19 and inequities in the Americas: lessons learned and implications for essential health services. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 45. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.130>
- Hernández Bringas, H. (2020). *COVID-19 en México: un perfil sociodemográfico* (Vol. 111). CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46557>
- Juvinyà-Canal, D. (2021). Alfabetización en salud en la comunidad. *Innovación Educativa*, 31. <https://doi.org/10.15304/ie.31.7952>
- López-Arellano, O., Bañuelos-Moreno, M., Moreno-Altamirano, A., López-Moreno, S., & Garrido-Latorre, F. (2024). Desigualdades socioterritoriales y defunciones por Covid-19 en la Ciudad de México. *Salud Pública de México*, 66(5, sept-oct), 699–707. <https://doi.org/10.21149/16043>
- López-Olmedo, N., Stern, D., Canto-Osorio, F., Barrientos-Gutiérrez, T., & Alpuche-Aranda, C. (2021). Family and household characteristics associated with seropositive cases to SARS-CoV-2 across Mexican households. *Salud Pública de México*, 63(6, Nov-Dic), 807–812. <https://doi.org/10.21149/13086>
- Luzuriaga, J. P., Marsico, F., García, E., González, V., Kreplak, N., Pifano, M., & González, S. (n.d.). Impact of vaccines against COVID-19 on the incidence of new SARS-COV2 infections in health care workers of the Province of Buenos Aires. *SciELO Preprint*. Retrieved July 2, 2022, from <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/2068>
- Medina Borges, R. M., & Castillo Hernández, N. (2021). La pandemia de la COVID-19. Una mirada desde la epidemiología crítica. *Medisur*, 19(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180066345020>
- OPS, Organización Panamericana de la Salud. (2017). *Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades* (3rd ed.). OPS. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55842/9789275319802_spa.pdf
- OPS, Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Las funciones esenciales de la salud pública en las Américas. Una renovación para el siglo XXI*. OPS. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53125>
- Plasencia-Urizarri, T., Aguilera-Rodríguez, R., & Almaguer-Mederos, L. (2020). Comorbilidades y gravedad clínica de la COVID-19: revisión sistemática y meta-análisis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(Suplemento), e3389.

La pandemia de COVID-19 y sus impactos en la agenda 2030

COVID-19 pandemic and its impact on the 2030 Agenda

Víctor Hugo Ortiz Montalvo¹, María Jimena Arciga Ornelas¹,
Jesús Ortiz Montalvo²

1. Facultad de Salud Pública y Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (UMSNH). Morelia Mich., México.

Contacto: victorhugoortizmontalvo@gmail.com

Resumen. La agenda 2030 es una iniciativa global de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que contiene 17 objetivos para el desarrollo sostenible con 169 metas enfocadas a garantizar bienestar poblacional y erradicar las principales problemáticas de la humanidad en materia de salud, cambio climático, desigualdades sociales, inequidad de género, así como la sobreexplotación de los recursos naturales. Con el surgimiento del virus SARS-CoV-2 causante de la enfermedad respiratoria COVID-19 y su expansión a nivel mundial, el plan de acción de la agenda 2030 sufrió diversos impactos que amenazan el cumplimiento de sus objetivos y metas, las cuales desde antes de la pandemia no estaban en camino de cumplirse, pero con la llegada de la pandemia se incrementaron las problemáticas de la humanidad que dieron origen a la agenda 2030 y se generaron retrocesos en los ámbitos sociales, económicos, políticos, medioambientales y de derechos humanos.

Palabras clave. Agenda 2030, impactos, pandemia de COVID-19.

Abstract. The 2030 Agenda is a global initiative of the United Nations (UN), which contains 17 goals for sustainable development with 169 goals focused on guaranteeing population well-being and eradicating the main problems of humanity in terms of health, climate change, social inequalities, gender inequality, as well as the overexploitation of natural resources. With the emergence of the SARS-CoV-2 virus that causes the respiratory disease COVID-19 and its expansion worldwide, the action plan of the 2030 agenda suffered various impacts that threaten the fulfillment of its objectives and goals, which since before the pandemic were not on track to be met, but with the arrival of the pandemic, the problems of humanity that gave rise to the 2030 agenda increased and were generated setbacks in the social, economic, political, environmental and human rights fields.

Keywords. 2030 Agenda, impacts, COVID-19 pandemic.

Introducción

Es evidente que en los últimos años los 193 países que conforman la Organización de las Naciones Unidas (ONU), han tenido que enfrentar desafíos comunes en materia de salud, cambio climático, desigualdades sociales, sobreexplotación de los recursos naturales y conflictos bélicos que ponen en riesgo la construcción de una cultura de paz. En ese contexto y debido al esfuerzo conjunto de los 193 Estados miembros de la ONU, nace la Agenda 2030 en septiembre de 2015.

“El 01 de enero de 2016 entró en vigor la agenda 2030 para el

Desarrollo Sostenible que busca durante los próximos 15 años construir un mundo más justo y equitativo para toda la población, además de velar por el medio ambiente” (ONU, 2015).

“La agenda 2030 para el desarrollo sostenible es un plan de acción mundial a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, basado en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que buscan garantizar progreso social y económico para todo el mundo de manera sostenible” (INAFED, 2017).

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), los 17 objetivos del

desarrollo sostenible que conforman la agenda 2030, son los siguientes: fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables, acción por el clima, vida submarina, vida de ecosistemas terrestres, paz, justicia e instituciones sólidas y alianzas para lograr los objetivos (PNUD, 2024).

Con la implementación de la agenda 2030 se han logrado avances significativos a nivel global en materia de salud pública, reducción de las desigualdades sociales y combate a la pobreza.

Por mencionar un ejemplo en cuanto a salud pública se refiere de acuerdo al Informe Mundial 2024 del Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/Sida (ONUSIDA), se ha incrementado considerablemente el acceso al tratamiento antirretroviral para los pacientes con VIH, lo cual ha reducido el número de muertes relacionadas con el sida a su nivel más bajo desde el pico alcanzado en 2004 (ONUSIDA, 2024).

En el mismo ámbito de los avances alcanzados en materia de salud pública se ha logrado reducir la mortalidad infantil, de acuerdo al informe de los objetivos de desarrollo sostenible: “entre 2015 y 2021, la tasa mundial de mortalidad de menores de 5 años se redujo en un 12 %, descendiendo de 43 muertes por cada 1000 nacidos vivos a 38” (ONU, 2023).

En cuanto a la reducción de las desigualdades sociales a nivel global, se han tenido logros importantes “dado que los índices de pobreza extrema se han reducido a la mitad desde 1990, ha mejorado el acceso a la educación en los diferentes niveles educativos y se ha incrementado en gran medida el nivel mínimo de alfabetización” (CEPAL, 2018).



Figura 1. La pandemia de la COVID-19 impactó negativamente en la agenda 2030 debido a que incrementó las desigualdades sociales y generó grandes retrocesos en los avances alcanzados a nivel mundial en materia de desarrollo sostenible. Autor: (Gaceta UNAM, 2023). Tomada de: <https://www.gaceta.unam.mx/debe-replantearse-la-agenda-2030/>

Desafortunadamente con la pandemia de la COVID-19 se generaron grandes retrocesos en los avances alcanzados para el desarrollo sostenible y se incrementaron los desafíos que dieron origen a la agenda 2030.

Desarrollo

Antes de la pandemia de la COVID-19, los objetivos y metas pertenecientes a la Agenda 2030 para garantizar el desarrollo sostenible ya enfrentaban dificultades en su cumplimiento. De acuerdo a la ONU, mucho antes de la pandemia ya existían 8 obstáculos que impedían el desarrollo sostenible en la región de América Latina y el Caribe, dichos obstáculos se mencionan a continuación: “persistencia de la pobreza, desigualdades estructurales y la cultura del privilegio, brechas en educación, salud y de acceso a servicios básicos, falta de trabajo y la incertidumbre del mercado laboral, acceso parcial y desigual a la protección social, la institucionalización de política social

aún en construcción y los obstáculos emergentes de carácter social y ambiental” (ONU, 2019).

Sin embargo, con la llegada de la pandemia, se han incrementado todos estos obstáculos, por lo cual cumplir estos objetivos se ha vuelto una misión aún más difícil debido a los retrocesos generados a nivel global.

El 31 de diciembre del 2019 las autoridades sanitarias de Wuhan, China notificaron la presencia de una serie de casos de neumonías que posteriormente fueron identificados como enfermedades respiratorias causadas por un nuevo coronavirus (COVID-19). Pero fue hasta el 11 de marzo de 2020 que la Organización Mundial de la Salud (OMS), catalogó a la COVID-19 como una pandemia debido a su rápida propagación y al aumento de casos a nivel mundial (OMS, 2020).

La pandemia de COVID-19 causó problemas económicos, sociales y de salud pública asociados a las medidas de confinamiento que implementaron las autoridades de salud. Con el

confinamiento, se incrementó la deserción escolar, disminuyó la calidad educativa, aumentaron los casos de violencia familiar, la salud mental de la población a nivel global se vio afectada y el desempleo se incrementó, lo que profundizó las desigualdades sociales y aumentó los índices de pobreza, sobre todo la pobreza extrema.

Algunos ejemplos de los principales impactos de la pandemia de la COVID-19 en la agenda 2030, se mencionan a continuación:

El objetivo número 1 de la agenda 2030 que hace referencia al fin de la pobreza, sufrió fuertes impactos debido a que “la pandemia de COVID-19 generó un retroceso en los últimos 25 años de constante progreso en la reducción de la pobreza y el número de personas en situación de pobreza extrema aumentó por primera vez en una generación” (ONU, 2022).

En cuanto al objetivo número 4 de la agenda 2030 que habla sobre educación de calidad, tenemos graves retrocesos y mayores desafíos educativos producto de la cancelación de las clases presenciales como medida preventiva y la implementación de modelos de enseñanza virtual en los diferentes niveles educativos. “Un estudio realizado en países de ingresos altos todo el mundo reveló pérdidas de aprendizaje relacionadas con la COVID-19 equivalentes al 30 % de un año escolar para matemáticas y al 35 % para lectura, si las escuelas estuvieron cerradas durante ocho semanas” (ONU, 2023).

Al ser un problema de salud pública la pandemia de COVID-19 impactó gravemente en el objetivo número 3 que plantea garantizar salud y bienestar para todas las edades. De acuerdo a un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con la pandemia de COVID-19 aumentó la prevalencia de ansiedad y depresión hasta en un 25 % a nivel mundial (OMS, 2022). Además, con la pandemia de COVID-19 disminuyó la cobertura de

EFFECTOS DE LA COVID-19 EN LOS ODS

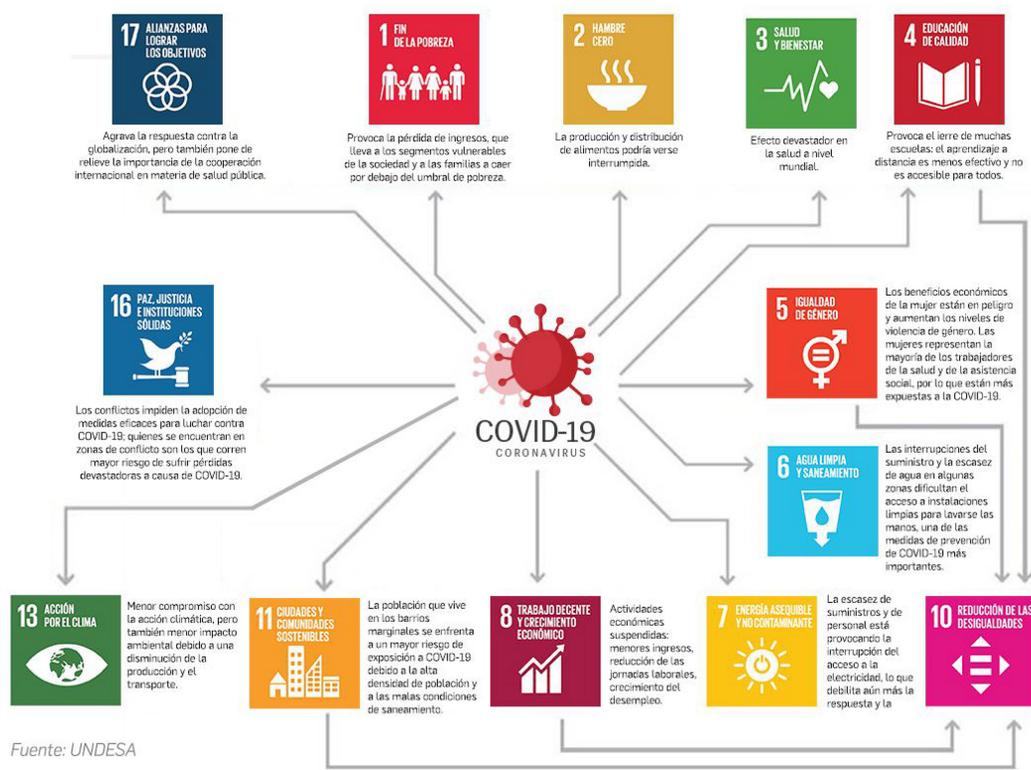


Figura 2. Los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 fueron afectados por la pandemia de la COVID-19. Autor: (UNDESA). Tomada de: <https://acsostenibilidad.com/los-efectos-de-la-covid-19-en-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-y-como-afrontarlos-siendo-socialmente-responsable/>

vacunación infantil y se descuidaron servicios básicos de salud. Lo anterior, dio como resultado una disminución en la cobertura universal de vacunación por primera vez en 10 años y un aumento en las muertes por tuberculosis y paludismo (ONU, 2023).

Conclusión

Es evidente que la pandemia de COVID-19 impactó fuertemente al plan de acción de la agenda 2030 al generar retrocesos en los avances alcanzados en materia de salud, reducción de las desigualdades sociales, educación de calidad y combate a la pobreza principalmente. Además, de las consecuencias económicas, políticas, sociales, de salud pública y las afectaciones a los derechos humanos, la pandemia de COVID-19 fungió como un detonador de necesidades y nuevos retos que no se tenían contemplados en la Agenda 2030, los cuales muestran la importancia de apoyarse entre naciones, dando prioridad a quien menos tiene, incluir nuevos objetivos

y metas para solucionar los retos post pandemia y generar planes de acción específicos para hacer frente a las crisis sanitarias que además de causar enfermedad y mortalidad ponen en riesgo el progreso, bienestar y desarrollo económico de manera sostenible a nivel mundial.

Referencias

CEPAL. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

GACETA UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México (2023). ¿Debe replantearse la Agenda 2030? <https://www.gaceta.unam.mx/debe-replantearse-la-agenda-2030/>

INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2017). ¿Qué es la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible? <https://www.gob.mx/inafed/articulos/que-es-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible>

ONU. Organización de las Naciones Unidas (2015). El 1º de enero entra en vigor la nueva Agenda de Desarrollo Sostenible. <https://news.un.org/es/story/2015/12/1347821>

ONUSIDA. Programa Conjunto de las Naciones

Unidas sobre el VIH/SIDA (2024). https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/take-the-rights-path-to-end-aids-short-version_es.pdf

ONU. Organización de las Naciones Unidas (2019). Los ocho obstáculos al desarrollo sostenible de América Latina. <https://news.un.org/es/story/2019/10/1463292>

ONU. Organización de las Naciones Unidas (2022). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2022. https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022_Spanish.pdf

ONU. Organización de las Naciones Unidas (2023). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial. https://mexico.un.org/sites/default/files/2024-01/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf

OMS. Organización Mundial de la Salud (2020). COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline-covid-19>

OMS. Organización Mundial de la Salud (2022). Salud mental y COVID-19: datos iniciales sobre las repercusiones de la pandemia. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/354393/WHO-2019-nCoV-Sci-Brief-Mental-health-2022.1-spa.pdf?sequence=1>

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2024). ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible? <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

Introducción:

Desde hace mucho tiempo se conocen las enfermedades que son ocasionadas por virus, este tipo de enfermedades en los seres humanos causan múltiples estragos en la salud humana (Negroni y González, 2017). La palabra virus proviene del latín y su significado es “veneno”, estos seres tan diminutos ha causado complicaciones graves en la salud mundial, causando epidemias y pandemias, por mencionar algunos se tiene: el más reciente el coronavirus (Covid-19), o por ejemplo, el agente causal de la gripe aviar, el de la influenza, los de las fiebres tropicales y un virus reemergente como el dengue, también es importante mencionar que en el sur de Europa el virus del Nilo occidental y en los Estados Unidos de América casos de Chikungunya o recordando las epidemias del ébola en la región de África (López-Goñi, 2020).

Estos microorganismos son los agentes infecciosos más pequeños ya que en comparación con las bacterias que miden de 0.2 a 10 micrómetros y los virus aproximadamente de 20 a 300 nanómetros de diámetro, están conformados por solo un tipo de material genético que puede ser ADN (ácido desoxirribonucleico) o ARN (ácido ribonucleico), no pueden ser ambos, todo

Virus y pandemias ¿Estamos preparados?

Viruses and pandemics: Are we prepared?

Guadalupe Gissela Marín-Hernández
y Patricia Yasmín Figueroa-Chávez

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

Contacto: patricia.figueroa@umich.mx

Resumen: Las enfermedades causadas por virus se conocen desde hace muchos años, algunas de las enfermedades más antiguas conocidas por la humanidad, como la viruela y la poliomielitis, son causadas por virus. Estos microorganismos diminutos son agentes infecciosos que necesitan una célula huésped para poder reproducirse, llegando a causar una amplia variedad de enfermedades que van desde un resfriado común hasta enfermedades más graves como el que ocasiona el virus del Ébola. Estos virus se propagan rápidamente y pueden afectar a un gran número de personas de diferentes zonas geográficas del mundo y al salirse de control producen una pandemia, a lo largo de la historia, hemos enfrentado numerosas pandemias que han dejado una profunda huella en la sociedad y en la salud pública. Sin embargo, no estamos preparados del todo para hacer frente a este tipo de enfermedades ocasionadas por virus. A pesar de los importantes logros alcanzados durante la pandemia por Covid-19, la ciencia sigue avanzando para superar las limitaciones existentes y encontrar respuestas a los desafíos que aún plantean estas enfermedades.

Palabras clave: enfermedades, pandemias, virus.

Abstract: Diseases caused by viruses have been known for many years, some of the oldest diseases known to mankind, such as smallpox and polio, are caused by viruses. These tiny microorganisms are infectious agents that need a host cell to reproduce, causing a wide variety of illnesses ranging from a common cold to more serious illnesses such as the Ebola virus. These viruses spread rapidly and can affect many people from different geographical areas of the world and when they get out of control they produce a pandemic. Throughout history, we have faced numerous pandemics that have left a deep mark on society and public health. However, we are not fully prepared to deal with this type of disease caused by viruses. Despite the important achievements made during the Covid-19 pandemic, science continues to advance to overcome existing limitations and find answers to the challenges that these diseases still pose.

Keywords: diseases, pandemics, viruses.



Figura 1. Virus y los seres humanos. Paisaje de contactos moleculares: Cómo el coronavirus SARS-CoV-2 se comunica con las células humanas. Tomado de: <https://www.irbbarcelona.org/es/news>



Figura 2. **Pandemia Naturaliza, 2020. Enseñanzas de una pandemia: cooperación para el cambio.**
<https://www.naturalizaeducacion.org/2020/04/06/pandemia-coronavirus>.

depende del agente infeccioso que se trate (manual de virología, 2019).

La ciencia llamada Virología es aquella que se encarga de estudiar los virus que infectan a los humanos, esta ciencia a su vez pertenece a la microbiología que se encarga de estudiar a todos los agentes infecciosos que hacen daño al ser humano (Sidel-Almache et al., 2020).

Características generales de los virus.

Los virus utilizan a las células que infectan para producir sus proteínas y replicar sus ácidos nucleicos, sus partículas virales se ensamblan en el interior de la célula infectada y son liberados por lisis o por gemación, con capacidad para infectar otras células.

A continuación, se mencionan algunas características:

- Estructura simple: ADN o ARN, envuelto en una cápside.
- No son células: Carecen de núcleo, citoplasma y otros orgánulos celulares.
- Deben infectar una célula para poder replicarse (Moredo et al., 2019).
- Alta tasa de mutación: Su material genético muta con facilidad y les permite adaptarse a nuevos ambientes

y evadir el sistema inmunológico del huésped.

Amplia variedad de huéspedes: Pueden infectar desde bacterias hasta humanos facilitando su transmisión (Yu et al., 2024).

La amenaza constante de los virus

Los virus han sido una parte integral de la historia de la humanidad, causando epidemias y pandemias. Una epidemia se restringe a una zona geográfica en específico y en comparación con la pandemia es la que abarca a un gran número de personas y ampliamente distribuido en diferentes zonas geográficas (Flores, 2020).

Desde la peste negra, hasta la reciente pandemia de COVID-19, estos diminutos patógenos han demostrado su capacidad para causar estragos a nivel mundial, en las que mataron a millones de personas realidad (Corominas, 2021). A pesar de los avances en la medicina y la tecnología, la amenaza de nuevas pandemias sigue siendo un gran riesgo para el ser humano.

Historias de las Pandemias y su Impacto Devastador:

Varias pandemias a lo largo de la historia han sido inequívocamente atribuidas a virus, dejando tras de sí un

legado de sufrimiento y marcando puntos de inflexión en la historia de la salud pública:

- **La Pandemia de Influenza de 1918-1919 (Gripe Española):** Causada por un virus de la influenza A (H1N1), esta pandemia es considerada la más grave del siglo XX. En un breve periodo de tiempo, se estima que infectó a un tercio de la población mundial y causó la muerte de entre 50 y 100 millones de personas. Su rápida propagación y alta letalidad, incluso en adultos jóvenes y sanos, la convirtieron en un evento traumático a nivel global (Kabbabe, 2020).

- **La Pandemia de Gripe Asiática de 1957-1958:** Otro brote pandémico de influenza, por un virus influenza de tipo A (H2N2). Aunque menos letal que la gripe española, se estima que causó alrededor de 1.1 millones de muertes a nivel mundial (CDC, 2024).

- **La Pandemia de VIH-SIDA (Desde 1981):** Identificado a principios de la década de 1980, el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) ha causado una pandemia prolongada y devastadora. A pesar de los avances en el tratamiento antirretroviral, se estima que el VIH ha infectado a más de 80 millones de personas y ha causado la muerte de más de 40 millones desde el inicio de la epidemia.

Esta pandemia no solo reveló la vulnerabilidad humana a nuevos retrovirus, son 40 años que ha generado profundas implicaciones sociales, económicas y éticas (OPS, 2022).

- **La Pandemia de Influenza H1N1 de 2009 (Gripe Porcina):** Una nueva cepa de virus de la influenza A (H1N1) de origen porcino se propagó rápidamente a nivel mundial. Si bien su tasa de letalidad fue menor es de 150,000 y 575,000 a nivel global (DCD,2019).

- **La Pandemia de COVID-19 (Desde 2019):** Causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, esta pandemia ha tenido un impacto global sin precedentes en el siglo XXI. Hasta la fecha, ha causado la muerte de millones de personas en todo el mundo y ha generado una crisis sanitaria, económica y social de gran magnitud. Su rápida propagación, la aparición de variantes y la presión sobre los sistemas de salud han resaltado la persistente amenaza de los virus emergentes (López-Goñi I., (2020).

Crterios para clasificar una enfermedad ocasionada por virus en pandemia.

Es importante mencionar que, para establecerse una pandemia, primero se comienza con un brote epidémico, o mejor dicho la aparición repentina de una enfermedad en un lugar específico, a continuación, se presentan algunos factores que, contribuyen a que una enfermedad se propague a escala global y sea declarada como una pandemia (OMS, 2020a):

- Transmisibilidad: Algunos virus se transmiten fácilmente de persona a persona, como los virus respiratorios.
- Mutaciones: Los virus pueden mutar rápidamente, lo que dificulta el desarrollo de vacunas y tratamientos efectivos.
- Globalización: Los viajes internacionales y la interconexión global facilitan la rápida propagación de enfermedades.
- Densidad poblacional: Las áreas urbanas densamente pobladas son más susceptibles a los brotes epidémicos.
- Factores socioeconómicos: La pobreza, la malnutrición y el acceso limitado a la atención médica pueden aumentar la vulnerabilidad de las poblaciones (OMS,2020b).

¿Estamos preparados para enfrentar futuras pandemias?

La respuesta corta es: **no completamente**. Aunque se han logrado avances significativos en la investigación y el desarrollo de vacunas, aún existen desafíos importantes como se describen más adelante (OMS, 2020a):

- Vigilancia epidemiológica: Si bien los sistemas de vigilancia se han fortalecido,

la detección temprana de nuevos virus sigue siendo un desafío.

- Desarrollo de vacunas: En la actualidad el desarrollo de una vacuna segura y eficaz, frente a un nuevo virus, puede llevar varios años.
- Producción y distribución: Escalar la producción de vacunas y distribuirlas a nivel mundial es una tarea logística compleja.
- Resistencia a los fármacos antivirales: La creciente resistencia de los virus a la terapia antiviral, es una preocupación importante, reciente en la medicina moderna, ya que al igual que las bacterias pueden desarrollar resistencia a los antibióticos, los virus también pueden mutar y volverse resistentes a los fármacos antivirales.
- Desinformación: La propagación de información falsa y la desconfianza en las instituciones pueden obstaculizar las medidas de salud pública (OMS, 2020a).

¿Qué podemos hacer?

Para mejorar nuestra preparación ante futuras pandemias, es necesario:

- Invertir en investigación: Financiar la investigación básica y aplicada para desarrollar nuevas herramientas de diagnóstico, vacunas y tratamientos, así como, continuar estudiando los virus nuevos para desarrollar nuevas vacunas y tratamientos.

- Fortalecer los sistemas de salud: Mejorar la capacidad de los sistemas de salud para responder a brotes epidémicos y vigilar la aparición y propagación de nuevos virus.
- Promover la colaboración internacional: Fomentar la cooperación entre países para compartir información y recursos.

- Educar a la población: Concientizar a la población sobre la importancia de la vacunación, la higiene y otras medidas preventivas.
- Prepararse a nivel individual: Tener un plan de emergencia familiar y contar con suministros básicos en caso de aislamiento.
- Cooperación internacional: Trabajar juntos para enfrentar las amenazas globales que representan los virus (OMS, 2020b; ONU 2024).

En conclusión, ante la amenaza constante de virus y pandemias, es importante saber que podemos reducir en gran medida su impacto mediante la prevención activa de todas las personas, una preparación sólida por parte de los encargados de la salud y sin duda, una colaboración global comprometida contra la reducción de estragos ocasionados por virus. La clave reside en tres pilares principalmente: inversión en investigación científica de estas enfermedades, fortalecimiento de los sistemas de salud dando todos los insumos necesarios para la atención en salud y la vigilancia epidemiológica continua a fin de tener datos reales y actuales de las enfermedades, hacer campañas sostenidas de conciencia pública para toda la población y conozca que en gran medida si desde el cuidado individual se establecen medidas, impacta directamente en la salud poblacional evitándose la propagación.

Referencias

Centro de Control de Enfermedades CDC. (2024). Cronología de los aspectos destacados de la historia de la influenza aviar de 1880 a 1959. <https://espanol.cdc.gov/bird-flu/avian-timeline/1880-1959.html>

Centro de Control de Enfermedades CDC. (2019). Pandemia de gripe H1N1 de 2009 (virus H1N1pdm09).



Figura 3. Medidas de prevención. Junta de Castilla y León, 2018. Medidas de prevención para evitar la transmisión de virus. <https://www.saludcastillayleon.es/es/covid-19-poblacion/puedo-hacer-evitar-transmision/medidas-prevencion-evitar-transmision-virus>

https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/flu/pandemic-resources/2009-h1n1-pandemic.html

Facultad de Medicina Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Microbiología y Parasitología. (2019). *Virología Unidad Temático II*. <https://liceaga.facmed.unam.mx/deptos/myp/wp-content/uploads/2019/11/Virologia-Manual-2019-2020.pdf>

Flores J. (2020). La diferencia entre Epidemia y Pandemia. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/diferencia-entre-epidemia-y-pandemia_15297

Kabbae S. (2020). La pandemia de Gripe Española de 1918. Medicina Interna. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/02/1050465/508-982-1-sm.pdf>

López-Goñi I., (2020). *Libro de virología Virus y pandemias*. Edición de Antonio Cuesta. <https://books.google.es/books?virus+y+pandemias>

Moredo, FA., Larsen AE. Y Stanchi NO. (2019). *Patogenicidad microbiana en Medicina Veterinaria, Volumen: Virología*. Universidad Nacional de la Plata. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/74878/Volumen__Virologia.pdf

Negrón, M. y González MI. (2017). *Capítulo 8, Virus: generalidades*. https://www.berri.es/pdf/MICROBIOLOGIA_ESTOMATOLOGICA_Fundamentos_y_practica/9789500695572

OMS, Organización Mundial de la Salud. (2020a). *Criterios de salud pública para ajustar las medidas de salud pública y sociales en el contexto de la COVID-19*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/332169/WHO-2019-nCoV-Adjusting_PH_measures-Criteria-2020.1-spa.pdf

OMS, Organización Mundial de la Salud. (2020b). *Prevenir la próxima pandemia: Zoonosis y cómo romper la cadena de transmisión*. <https://www.unep.org/es/resources/report/preventing-future-zoonotic-disease-outbreaks-protecting-environment-animals-and>

ONU, Organización Mundial de las Naciones Unidas. (2024). Día Internacional de la Preparación ante las Epidemias 27 de diciembre. <https://www.un.org/es/observances/epidemic-preparedness-day>

Organización Panamericana de la Salud. (2022). VIH/sida: 40 años de respuesta a una epidemia que marcó a la humanidad. <https://www.paho.org/es/historias/vihsida-40-anos-respuesta-epidemia-que-marco-humanidad>

Sidel-Almache, KG., Salas-de-la-Fuente SA., Tapia-Santana DC., Novoa-obregón AE., Flores-Lozada EP., Rodríguez-Revelo ME., Morejón-Coello PK., Zapata-Paredes PR., Huanca-Jumbo KE. y Yáñez-Piedra PA. (2020). *Introducción a la Microbiología y virología*. Mawil. <https://mawil.us/wp-content/uploads/2021/09/introduccion-a-la-microbiologia-y-virologia.pdf>

Sands P., Mundaca-Shah C. y Dzau VJ., (2016). The Neglected Dimension Of Global Security-A Framework for Countering Infectious-Disease Crises. <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMr1600236>

Yu X., Yibin Z., Yin G., Wang Y., Shi X. y Chegn G. (2024). Explotación de huéspedes y vectores: estrategias virales para facilitar la transmisión. <https://www.embopress.org/doi/full/10.1038/s4319-024-00214-6>

¡Cuidado! Un asesino silencioso se ha instalado en nuestra piel

Warning! A silent killer has settled in our skin

Martha Estrella García Pérez¹, Paulina Calvillo Monroy²

1. Facultad de Químico-Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
2. Hospital Regional. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Morelia, Michoacán, México.

Contacto: paucm278@gmail.com

Resumen. Si observas que tu piel presenta una neoformación pigmentada exofítica asimétrica y colorida que se hace mayor con el paso del tiempo ¡Cuidado! Podrías estar en presencia de un melanoma, una neoplasia de la piel, que se desarrolla en la epidermis específicamente en las células encargadas de dar pigmento, los melanocitos. Es una neoplasia poco frecuente, pero con elevada mortalidad. Es importante la autoexploración de las lesiones sospechosas y un diagnóstico temprano para dar un tratamiento eficaz.

Palabras clave. melanoma, neoplasia, radiación ultravioleta.

Abstract. If you notice a pigmented, exophytic, asymmetrical, and colorful growth on your skin that continues to enlarge over time, be careful! You could be facing a melanoma, a skin neoplasm that develops in the epidermis, specifically in the cells responsible for producing pigment, the melanocytes. It is a rare neoplasm, but with a high mortality rate. Conducting self-examinations of any suspicious lesions and seeking early diagnosis are crucial steps in ensuring effective treatment.

Key words. melanoma, neoplasm, ultraviolet radiation.



Figura 1. Apariencia del melanoma.

Tomado de <https://www.clinicamultilaser.com/como-reconocer-y-tratar-el-melanoma-en-la-piel/>



Figura 2. **Fototipo de la piel.** Tomada de <https://rominadelabarrera.blogspot.com/2019/02/dermopigmentacion-y-colorimetria-puntos.html>

El inquilino indeseado

La piel es la capa más externa de nuestro cuerpo, testigo de todas nuestras interacciones con el mundo exterior. Se compone de 3 capas desde la superficie al interior conocidas como epidermis, dermis e hipodermis, las cuales tienen diferentes funciones y células. Todos amamos una piel tersa, brillante y cuidada, pero... ¿qué debemos saber si aparece una neoformación pigmentada exofítica irregular como lunares asimétricos con bordes inusuales, con diferentes patrones de colores, que pueden dar comezón o sangrado? Un nuevo inquilino ha llegado, pero uno que no estabas esperando (Figura 1).

A esta neoformación pigmentada exofítica irregular y difusa se le conoce como melanoma. Se desarrolla en la capa más externa de la piel, la epidermis y se forma de los melanocitos; células encargadas de dar pigmento a la piel. Es una de las neoplasias más frecuentes a nivel mundial; se diagnostican aproximadamente 1.5 millones de casos

anuales en todo el mundo (Martínez et al., 2023). En México se ha visto incremento de los casos de melanoma en los últimos años; ocupando el 3% de los tumores, el cual afecta principalmente a hombres entre 40-50 años (Obaldía et al. 2023). Es el cáncer más agresivo de la piel y el más mortal, aunque el pronóstico dependerá de sus características (diámetro, grado de ulceración) y nivel de propagación.

¿Cuáles son los factores de riesgo?

Se dividen en modificables y no modificables, dentro del primer grupo el principal factor de riesgo es la exposición a radiación ultravioleta, secundario a exposición solar intensa e intermitente, cámaras de bronceado, aparatos de soldadura e incluso lámparas de secado rápido para manicure en gel. Sin embargo, en personas de piel oscura puede aparecer melanoma sin estar relacionado con exposición solar y en sitios donde no hay exposición, como en la planta del pie.

La herencia genética es un factor no

modificable, sin embargo, podemos encontrar otros factores de riesgo como: presencia de melanoma previo, múltiples lunares, sistema inmune debilitado, trasplantados, personas con piel blanca en especial con cabello rubio o rojo y ojos azules. La escala de Fitzpatrick nos permite estimar la sensibilidad de la piel a la luz UV (Figura 2), basándose en el color de piel y su tendencia a quemarse o broncearse, los pacientes que presentan una piel clara (tipo I y II) tienen mayor riesgo de presentar melanoma que los pacientes con piel más oscura (tipo VI); esto se debe a que poseen una mayor concentración de melanina que los protege frente a la radiación UV. (Morgado-Carrasco et al., 2023)

¿Cómo se presenta el melanoma?

Existen 4 tipos diferentes de melanoma, el más común es el melanoma de extensión superficial, se manifiesta como una placa de color marrón u oscuro, con manchas rojas, azules, blancas o negras, con áreas irregulares, puede aparecer en piernas y torso. Sin embargo, en los otros tipos de

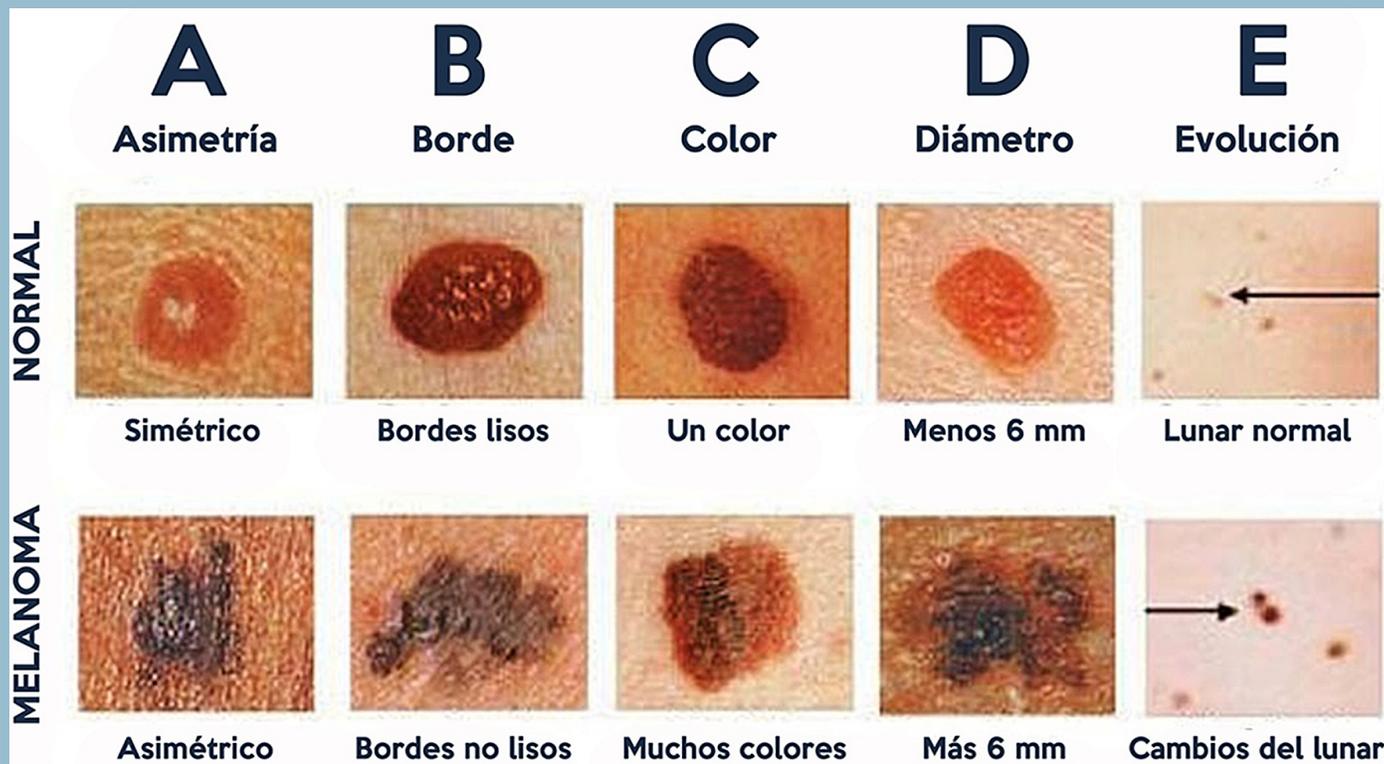


Figura 3. EL ABCDE de la identificación del melanoma. Tomada de <https://seramed.es/identificar-lunares-y-melanomas/>

melanoma, puede surgir en cualquier parte del cuerpo incluso palmas, plantas y la piel cercana a las uñas (Giaquinto et. Al, 2024, American Cancer Society).

Tengo una lesión en la piel ¿Será melanoma?

Es importante realizar una autoexploración frecuente de las lesiones sospechosas, ya que el melanoma se puede generar a partir de una lesión pigmentada existente, como un lunar o puede aparecer como una lesión nueva.

Para esto se ha creado una herramienta sencilla bajo el acrónimo ABCDE (Obaldía et al., 2023), la cual evalúa diferentes características de los lunares; A=asimetría, B=bordes irregulares y difíciles de delimitar, C=colores diferentes, D=diámetro mayor a 6 mm y E=evolución de la lesión, la cual puede presentar cambios con el tiempo, como aumento de tamaño, forma, color, elevación o incluso presentar sangrado, picazón o formación de costras (**Figura 3**)

Al tener alguna lesión sospechosa deberá acudir al dermatólogo para realizar una exploración física completa y una biopsia de la lesión, en caso de

confirmarse el diagnóstico el tratamiento definitivo consistirá en una cirugía para extirpar la lesión con un margen de la piel circundante. Si la lesión se ha extendido hacia la profundidad deberá realizarse estudios complementarios como la tomografía, para descartar metástasis; los principales sitios son ganglios linfáticos, cerebro, huesos, hígado y pulmones.

Dado que el pronóstico estará relacionado directamente con el estadio en el que se encuentre la lesión al momento del diagnóstico, de ahí radica la importancia de una detección temprana.

Conclusiones

El melanoma es un cáncer que ha aumentado en los últimos años debido a la mayor exposición a la radiación ultravioleta, así como el aumento de la expectativa de vida, por lo que es importante la prevención y la detección oportuna. Se recomienda evitar la exposición solar entre las 12:00-16:00 hrs, quemaduras solares y las cámaras de bronceado, uso de protección solar cada 4-6 horas con filtro entre 30 a 50+. Además, se sugiere realizar aplicación de protector solar en las manos antes de realizarse manicure con lámparas de

secado, uso de mangas, sombreros, sombrillas o ropa con fotoprotección. Se recomienda realizar autoexploración de las lesiones sospechosas 1 vez por mes, incluyendo cuero cabelludo, zona genital, pliegues cutáneos, palmas y plantas. Si tienes una lesión sospechosa, no dudes en acudir al dermatólogo.

Referencias

A., Siegel R., Jemal A. (2024) American Cancer Society. Cancer Facts & Figures 2024. Atlanta: American Cancer Society; 2024. Recuperado el 10 de enero de 2025 de <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2024/2024-cancer-facts-and-figures-acf.pdf>

Martínez Said H, Vega González MT, Cuéllar Hubbe M, Villavicencio Valencia V, García Ortega DY, Aldaco Sarvide F. (2023). Oncoguía de melanoma cutáneo 2023. Latin American Journal of Clinical Sciences and Medical Technology. 5 (1), 155-167. <https://doi.org/10.34141/LJCS9346946>

Obaldía Mata A. P, Murillo Barquero F, Cesare Pérez S. (2023). Actualización sobre el abordaje del melanoma cutáneo. Revista Médica Sinergia, 8 (1), e937. <https://doi.org/10.31434/rms.v8i1.937>

Morgado Garrasco D, Piquero Casals J, Trullas C, Granger C. (2022). Fotoprotección en la piel oscura. Elsevier España, 38(1),63-69. <https://doi.org/10.1016/j.piel.2022.02.007>

Avances en el Tratamiento de la Radiodermatitis: Perspectiva Actual y Futura

Advances in the Treatment of Radiodermatitis: Current and Future Perspectives

José Fernando Covián-Nares¹, Estefanía Arredondo Melgarejo¹
y Ana Gabriela Rodríguez Calderón²

Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, TecNM/ Instituto Tecnológico de Morelia. 2. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, Morelia, Mich., México.

Contacto: ana.gabriela.rodriguez@umich.mx

Resumen. La terapia de radiación es utilizada para combatir células cancerosas, puede causar efectos secundarios adversos como picazón, ampollas, inflamación y en casos más graves lesiones con desprendimiento de piel, conocidos como radiodermatitis. La gravedad varía según la dosis, tipo de radiación y condición de salud del paciente. Las áreas más afectadas suelen ser pliegues y zonas de piel delgada. Este artículo abarca de manera breve los tratamientos médicos actuales, alternativas naturales en estudio y un panorama futuro sobre el desarrollo de nuevas estrategias de prevención, tratamiento y manejo de síntomas. Estas opciones pueden mejorar la cicatrización de la piel y aliviar las molestias, contribuyendo a mantener la continuidad del tratamiento del cáncer y prevenir complicaciones graves en la piel.

Palabras clave: Radiodermatitis, terapia de radiación, tratamientos tópicos naturales.

Abstract. Radiation therapy is used to combat cancer cells, but it can cause adverse side effects such as itching, blisters, inflammation, and, in more serious cases, lesions with skin detachment, known as radiodermatitis. The severity varies depending on the dose, type of radiation, and the patient's health condition. The most affected areas are usually skin folds and regions with thin skin. This article briefly covers current medical treatments, natural alternatives under study, and a future outlook on the development of new strategies for prevention, treatment, and symptom management. These options can improve skin healing and relieve discomfort, helping to maintain the continuity of cancer treatment and preventing serious skin complications.

Keywords: Radiodermatitis, radiation therapy, natural topical treatments.

Introducción

Para entender un poco sobre la radiodermatitis, supongamos que la piel es como una delicada prenda de seda. Al igual que la seda se puede debilitar, decolorar y quemar si se trata con productos agresivos o altas temperaturas, la piel puede sufrir diferentes daños cuando recibe radiación durante el tratamiento contra el cáncer. La radiodermatitis, o quemadura por radiación, es una condición que afecta la piel tras la exposición a la radiación utilizada en la radioterapia (OMS, 2023). Afecta entre el 80% y 90% de pacientes en cabeza y cuello, causando desde enrojecimiento y dolor hasta ampollas y pérdida de piel (Andrade *et al.*, 2022). Factores como la edad, sexo, salud general y zona irradiada influyen en su severidad. Bontempo *et al.* (2021) reportaron una incidencia del 100% en cabeza y cuello, 98% en mama y el 48%

en pelvis. Es importante hablar con el médico sobre cualquier problema en la piel durante la radioterapia, ya que la radiodermatitis no es contagiosa. Si bien puede afectar la calidad de vida, existen tratamientos, como cremas hidratantes, vendajes especiales, medicamentos para el dolor e infecciones, que suelen ser costosos o de difícil acceso. Actualmente existen algunos tratamientos en estudio que involucran el uso de apósitos (similares a los parches de gel para ojeras), cremas, geles y pomadas con fármacos antiinflamatorios y cicatrizantes. Además, existen tratamientos naturales auxiliares con plantas medicinales que han demostrado ser efectivos para las lesiones.

Clasificación

Las lesiones en la piel causadas por la radioterapia (Figura 1), conocidas como radiodermatitis, se clasifican en cuatro

grados según su gravedad (IMSS, 2013). La radiodermatitis aguda, ocurre porque la radiación daña la piel y su ADN, cuyos síntomas aparecen semanas después de iniciar el tratamiento y pueden durar hasta seis meses. En el primer grado, la piel se enrojece y pica con caída temporal de cabello en la zona irradiada. En el segundo grado, además aparecen ampollas y el cabello puede no volver a crecer. Las glándulas sudoríparas y sebáceas se ven afectadas, especialmente en la axila o la ingle (Fernández-Tresguerres y Hospital Universitario Sanitas La Moraleja, 2018).

En el tercer grado, el daño es profundo, con úlceras, dolor y picazón, la piel se “despega” en pedazos húmedos (Company Palonés M *et al.*, 2022). Finalmente, en las heridas de grado cuatro la piel se daña, se seca y muere, presenta colores del morado al negro, con sangrado, úlceras profundas y puede ser mortal (Rosenthal A *et al.*, 2019), como se muestra en la Figura 1 d). La radiodermatitis crónica se desarrolla más de seis meses después del tratamiento, con síntomas como piel rugosa y seca o “de naranja”, hiperpigmentación o hipopigmentación y heridas abiertas de difícil cicatrización (Abed *et al.*, 2016).

Mercado de los tratamientos para radiodermatitis

El mercado global de radiodermatitis en 2021 fue valuado en 521,30 millones de dólares, y se espera que crezca a 655,81 mil millones de dólares en 2028 (ZionMarket, 2021). Esta información, es importante para desarrollar nuevas alternativas de tratamiento, especialmente en países en desarrollo donde las terapias de radiación y los tratamientos para aliviar el malestar son costosos. Esto, crea una oportunidad para desarrollar alternativas naturales asequibles, impulsada por la necesidad de mitigar los efectos de la radioterapia.

Tratamiento

Actualmente, no existen cuidados estándares para la radiodermatitis. Los tratamientos se basan en la experiencia clínica de los médicos especialistas y conocimientos herbolarios tradicionales como es el uso de infusiones, tinturas, emplastos y linimentos (Azuara Chulvi, 2021).

Tratamiento farmacológico



Figura 1. Apariencia del seno según el grado de radiodermatitis que presenta. a) grado 1, b) grado 2, c) grado 3, d) grado 4. Tomado y modificado de Cavalcante et al. (2024) & Tenorio et al. (2022).

Se ha registrado el uso de radiosensibilizadores, medicamentos que mejoran la acción de la radiación en las células cancerosas, administrados antes, durante o hasta 7 días después del tratamiento para aliviar la radiodermatitis. El IMSS ha catalogado tratamientos tópicos como apósitos de plata coloidal y cremas con ácidos grasos esenciales, pero se buscan opciones más accesibles y con menos efectos secundarios debido a la disponibilidad y costos en el país. Actualmente, los tratamientos más usados son los siguientes.

Tratamientos naturales

Para el tratamiento de la radiodermatitis ha tomado popularidad el uso de extractos vegetales, debido a su eficacia, fácil acceso y los alentadores resultados que se han obtenido con respecto a menor incidencia de efectos secundarios en comparación a los tratamientos farmacológicos. Alguno de ellos son los siguientes:

Aloe vera (*Aloe barbadensis*)

Tiene propiedades cicatrizantes, antiinflamatorias y antioxidantes, debido

a flavonoides y fenoles. Actualmente investigaciones, tanto clínicas como preclínicas, han demostrado su gran potencial en la cicatrización de quemaduras y heridas, mediante su aplicación tópica en ungüentos, cremas o geles (Aparicio Salcedo *et al.*, 2023).

Manzanilla (*Chamomilla recutita*)

Conocida por sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, y antiinflamatorias, es utilizada en el tratamiento de lesiones cutáneas. Sus efectos anticancerígenos, antiinfecciosos y antioxidantes; se deben a principios activos como el levomenol y los flavonoides. Por sus propiedades antiinflamatorias comúnmente se aplica en forma de gel o compresas para reducir el dolor y la hinchazón en heridas de la piel.

Caléndula (*Calendula officinalis*)

Es popular por sus usos ornamentales (decoración), farmacéuticos y cosméticos. Schneider *et al.*, (2015) observaron que su aplicación tópica reduce la incidencia de radiodermatitis grado 2; Silva *et al.*, (2021) demostraron su actividad antiinflamatoria en un modelo animal, mientras que Gaván *et al.*, (2022)

confirmaron su eficiencia en la cicatrización de heridas cutáneas en ratones. Estas evidencias respaldan el uso de la caléndula como una opción terapéutica prometedora para la radiodermatitis.

Apósitos

Los apósitos, funcionan como una segunda piel, absorbiendo las secreciones y previniendo infecciones. Para la radiodermatitis, se recomiendan hidrogeles en fases iniciales de aparición, mientras que los apósitos de plata son especialmente efectivos en radiodermatitis de grado 3, ya que cuentan con actividad antibacteriana, antifúngica y bactericida (García-Legaz Navarro, 2022).

Tratamientos en estudio para su uso en un futuro

Actualmente, existen numerosos tratamientos en estudio para la radiodermatitis, los cuales, aunque aún están en investigación, han mostrado resultados prometedores para tratar la radiodermatitis.

Parches de nanofibras electrohilados cargados con *Pinus halepensis* Miller (PHBE)

Kyritsi *et al.* (2021) crearon parches nanotecnológicos con extracto acuoso de *Pinus halepensis* conocido por su actividad analgésica, antioxidante, antimicrobiana y antiinflamatoria. Demostraron ser más eficaces que una crema médica para retrasar y reducir la radiodermatitis, restaurar los parámetros de la piel y reducir el malestar.

Inhibidor tópico de BRAF (LUT-014)

Katz *et al.* (2024) evaluaron la eficiencia de la aplicación tópica del gel de LUT-014 en la mejora de la radiodermatitis de grado 2, comparándolo con un placebo, donde concluyeron que, aunque se observaron resultados prometedores, se requieren más evaluaciones para evaluar la seguridad y eficacia.

Conclusión

La radiodermatitis afecta a la mayoría de los pacientes sometidos a radioterapia. Aunque existen opciones farmacológicas

Tabla 1. Tratamientos actuales para la radiodermatitis.

Tratamiento	Evidencia clínica
Corticoides	Reduce inflamación, contrae vasos sanguíneos y frena infecciones. No ha sido eficaz en radiodermatitis.
Sucralfato	Investigaciones recientes no han confirmado que retrase la aparición de radiodermatitis.
Antibióticos (sulfadiacina argéntica)	Eficacia no probada en radiodermatitis. Combate infecciones, pero existe riesgo de alergias y resistencia bacteriana.
Ungüento de β -sitosterol (mebo®) y Crema de trolamina (biafine®)	Ungüento de β -sitosterol mostró mayor efectividad que la crema de trolamina al reducir picazón y dolor.
Apósito StrataXRT®	Previene y alivia síntomas de radiodermatitis en grados 2 y 3.

y naturales, aún no hay un tratamiento universalmente aceptado y se requieren más estudios para desarrollar tratamientos efectivos y accesibles, las investigaciones en curso ofrecen un panorama alentador para mejores tratamientos en un futuro. Los tratamientos naturales ofrecen ventajas con respecto a los farmacológicos debido a que en su mayoría no provocan efectos secundarios. Por ello es importante acudir al médico ante cualquier molestia y explorar las alternativas de tratamientos ya sean naturales o farmacológicos que más se adapten a las necesidades y estilo de vida del paciente para mejorar su bienestar.

Referencias

- Abed, S., Khoury, C., & Morand, J. J. (2016). Radiodermatitis. *EMC - Dermatología*, 50(4), 1–9. [https://doi.org/10.1016/s1761-2896\(16\)80893-6](https://doi.org/10.1016/s1761-2896(16)80893-6)
- Andrade, D. M. O., Camargos, M. G. de, Contim, D., & Pereira, G. de A. (2022). Uso de Cremes de Camomila e Calêndula na Prevenção de Radiodermatites Agudas em Pacientes com Câncer de Cabeça e Pescoço: Ensaio Clínico Randomizado Duplo-Cego. *Revista Brasileira de Cancerologia*, 68(2). <https://doi.org/10.32635/2176-9745.rbc.2022v68n2.1963>
- Aparicio Salcedo, S. V., Carranza Aldana, B. S., Chávez Salas, S. A., Quispe Tinco, L. S., Palomino Zevallos, C. A., Peralta Medina, A. N. P. M., & Robles Esquerre, J. M. (2023). Pharmacological efficacy of Aloe vera in wound healing: a narrative review. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 23(1), 110–120. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v23i1.4341>
- Azura Chulvi, J. (2021). Agentes tópicos naturales en la prevención y manejo de la radiodermatitis [Universitat Jaume I]. https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/195554/TFG_2021_Azura%20Chulvi_Jorge.pdf
- Bontempo, P. de S. M., Ciol, M. A., Meneses, A. G. de Simino, G. P. R., Ferreira, E. B., & Reis, P. E. D. dos. (2021). Acute radiodermatitis in cancer patients: incidence and severity estimates. *Revista da Escola de Enfermagem da U S P*, 55. <https://doi.org/10.1590/s1980-220x2019021703676>
- Cavalcante, L. G., Domingues, R. A. R., Junior, B. de O., Fernandes, M. A. R., Pessoa, E. C., & Abbade, L. P. F. (2024). Incidence of radiodermatitis and factors associated with its severity in women with breast cancer: a cohort study. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 99(1), 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2023.01.004>
- Company Palonés M, Palomar, L. F., Clausell, C. V., Zamora, O. J., Escudero, M. M., Pastor, O. I., & Palomar, A. D. (2022). Recomendaciones para los cuidados de la piel irradiada inducida. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6604659>
- Fernández-Tresguerres, A. C., & Hospital Universitario Sanitas La Moraleja. (2018). Radiodermatitis Prevention. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina*, 135(01), 13–19. <https://doi.org/10.32440/ar.2018.135.01.rev02>
- García-Legaz Navarro, M. de las M. (2022). Conocimientos de la utilización de apósitos de plata en la curación de heridas, en enfermeros de Atención Primaria [Universidad de Cantabria]. https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/25498/2022_GarciaLegazM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gaván, A., Colobatiu, L., Hanganu, D., Bogdan, C., Olah, N. K., Achim, M., & Mirel, S. (2022). Development and Evaluation of Hydrogel Wound Dressings Loaded with Herbal Extracts. *Processes*, 10(2), 242. <https://doi.org/10.3390/pr10020242>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2013). Guía de Práctica Clínica para Prevención y Tratamiento de Radiodermatitis Aguda. Gob.mx. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/693GER.pdf>
- Katz, S., Ciuba, D., Ribas, A., Shelach, N., Zelinger, G., Barrow, B., & Corn, B. W. (2024). A topical BRAF inhibitor (LUT-014) for treatment of radiodermatitis among women with breast cancer. *JAAD International*, 15, 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.jdin.2023.11.009>
- Organización Mundial de la Salud. (2023, julio 27). Efectos en la salud de las radiaciones ionizantes. Who.int. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects>
- Rosenthal A, Israilevich R, Moy R. Management of acute radiation dermatitis: a review of the literature and proposal for treatment algorithm. *J Am Acad Dermatol*. 2019;81(2):558-567. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.02.047>
- Schneider, F., Danski, M. T. R., & Vayego, S. A. (2015). Usage of Calendula officinalis in the prevention and treatment of radiodermatitis: a randomized double-blind controlled clinical trial. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, 49(2), 0221–0228. <https://doi.org/10.1590/s0080-623420150000200006>
- Silva, D., Ferreira, M. S., Sousa-Lobo, J. M., Cruz, M. T., & Almeida, I. F. (2021). Anti-Inflammatory Activity of Calendula officinalis L. Flower Extract. *Cosmetics*, 8(2), 31. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8020031>
- Tenorio, C., de la Mata, D., Leyva, J. A. F., Poitevin-Chacon, A., Queijeiro, M. V., Gutiérrez, G. R., Noguera, J. C., Cons, L. C. D., Hernandez, Y. B., Sánchez, D. R., Cruz, A. A. S., Guardado, G. N., Tomasena, M. I., Ortiz, S., Del Bosque, M. A. S., Garzón, L. A. C., Puch, A. E. S., Retif, R. P., Arceo, P. R. L., ... Baldi, C. M. T. (2022). Mexican radiation dermatitis management consensus. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy: Journal of Great Poland Cancer Center in Poznan and Polish Society of Radiation Oncology*, 27(5), 914–926. <https://doi.org/10.5603/RPOR.a2022.0101>
- Vlachou, M.; Kikionis, S.; Siamidi, A.; Kyriakou, S.; Tsoinisi, A.; Ioannou, E.; Roussis, V. Development and Characterization of Eudragit®-Based Electrospun Nanofibrous Mats and Their Formulation into Nanofiber Tablets for the Modified Release of Furosemide. *Pharmaceuticals* 2019, 11, 480.
- Zion Market Research. (2024). Radiodermatitis Market by product (topicals, oral drugs & dressings), by distribution channel (hospital pharmacy, retail pharmacy, online pharmacy), and by region - global and regional industry overview, market intelligence, comprehensive analysis, historical data, and forecasts 2022 – 2028 [Data set].

La Ferroptosis

Imagina que cada célula de tu cuerpo es como un edificio de una ciudad pequeña que, cuando es necesario, tiene diferentes formas de ser removido. Durante décadas, conocíamos principalmente dos formas: la apoptosis, una muerte ordenada y limpia, como una demolición controlada; y la necrosis, más caótica, como una explosión accidental. Sin embargo, en 2012, los científicos descubrieron una nueva forma de muerte celular que dependía de un elemento muy familiar: el hierro (Dixon y colaboradores, 2012).

El hierro, ese mismo mineral que transporta oxígeno en nuestra sangre, juega aquí el papel de verdugo molecular. Como un cuchillo de doble filo, el hierro inicia y participa en reacciones que convierten el oxígeno normal en moléculas altamente reactivas que atacan las membranas celulares (Peña Montes & Saavedra Molina, 2024). Es como si el hierro fuera una llave que abre la puerta a una cascada de eventos destructivos. Bajo el microscopio, una célula que muere por ferroptosis muestra características

Conociendo a la Ferroptosis

Exploring Ferroptosis

Donovan J. Peña Montes

Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Contacto: yodonnie@gmail.com

Resumen. La ferroptosis es una nueva forma de muerte celular desencadenada por la descoordinación en el metabolismo de hierro, glutatión y lípidos, es un proceso que se caracteriza por la oxidación progresiva de las membranas celulares, donde el hierro actúa como un iniciador de reacciones destructivas. Los investigadores han encontrado vínculos importantes entre la ferroptosis y diversas enfermedades neurodegenerativas, así como, el envejecimiento celular. Sin embargo, también se ha explorado su potencial como supresor de tumores en el cáncer. En este artículo exploraremos este fascinante proceso que revela la naturaleza dual del hierro: esencial para la vida, pero potencialmente destructivo.

Palabras clave: muerte celular, ferroptosis, hierro.

Abstract. Ferroptosis is a newly discovered form of cell death triggered by dysregulation in the metabolism of iron, glutathione, and lipids, a process characterized by progressive oxidation of cell membranes, where iron acts as a catalyst for destructive reactions. Researchers have found significant links between ferroptosis and various conditions such as neurodegenerative diseases and cellular aging. However, its potential as a tumor suppressor in cancer has also been explored. In this article, we will explore this fascinating process that reveals the dual nature of iron: essential for life but potentially destructive.

Keywords: cell death, ferroptosis, iron.

únicas: sus mitocondrias (las centrales energéticas) se encogen y sus membranas se arrugan, pero curiosamente, el

núcleo permanece intacto hasta el final. Es como si la célula se “oxidara” desde fuera hacia dentro.

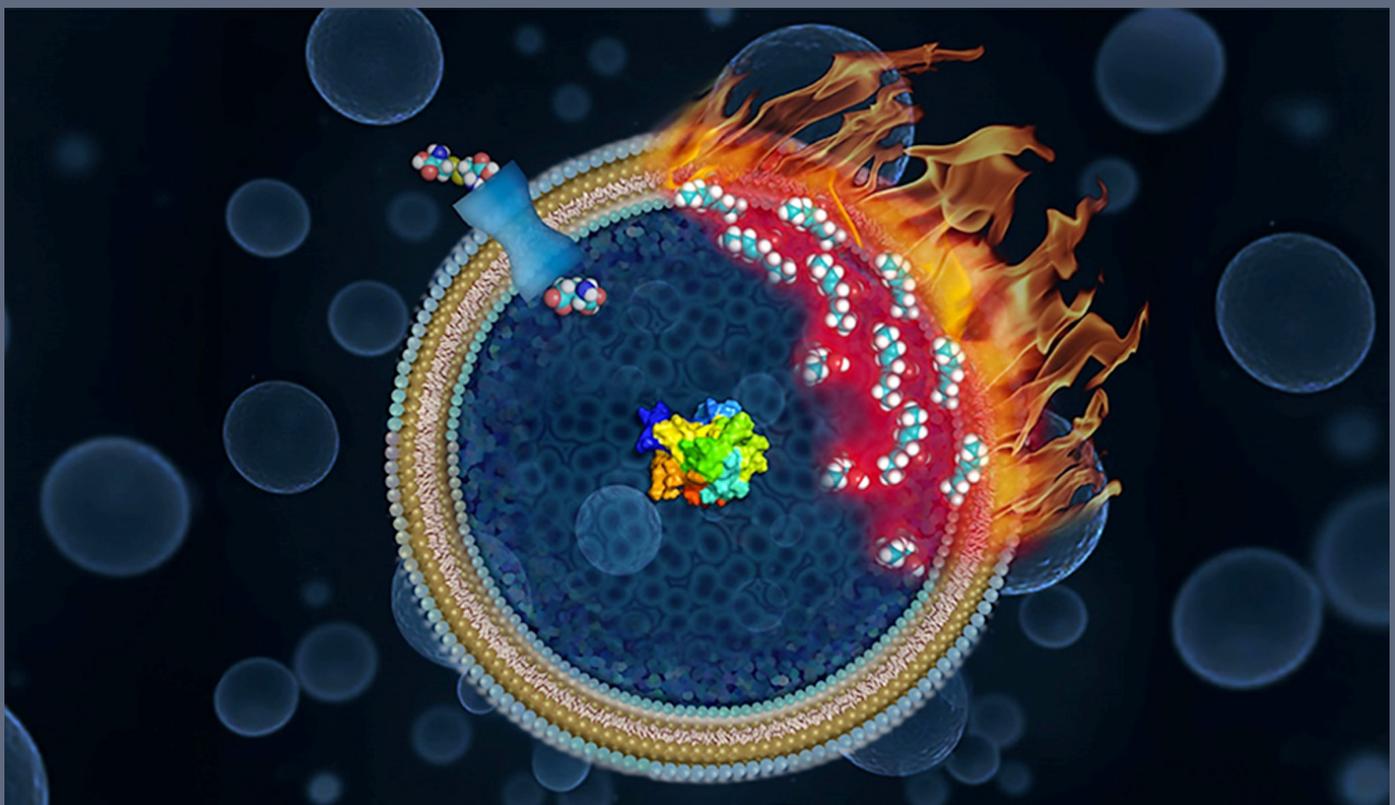


Figura 1. Ferroptosis: un incendio celular. Tomado de <https://wms-site.com/press-media/1109-10-years-on-ferroptosis-discovery-potential-in-disease-treatment>

Por ejemplo, en el cerebro de pacientes con enfermedad de Alzheimer, la ferroptosis parece actuar como un incendio fuera de control, dañando neuronas cruciales (Lane y colaboradores, 2021). La proteína glutatión peroxidasa 4 (GPX4) actúa como un bombero molecular, constantemente patrullando las membranas celulares y apagando pequeños “incendios oxidativos” antes de que se descontroren, utilizando al glutatión como herramientas.

Cuando GPX4 falla o es inhibida y si hace falta el glutatión estos incendios se propagan rápidamente, llevando a la muerte celular (Dixon & Olzmann, 2024). Adicionalmente, se descubrió que la proteína FSP1 (Ferroptosis Suppressor Protein 1) representa una segunda línea de defensa contra la ferroptosis, independiente de GPX4. La enzima FSP1 utiliza el ubiquinol, la forma reducida de la coenzima Q10, para neutralizar los radicales libres en las membranas celulares (Dixon & Olzmann, 2024).

Es como si la célula tuviera un sistema de respaldo: cuando falla el sistema glutatión, FSP1 entra en acción como un segundo escudo protector. Adicional a la enfermedad de Alzheimer, la ferroptosis se ha visto relacionada con enfermedades metabólicas como el hígado graso y la diabetes, así como en sus complicaciones a largo plazo en los riñones y en el corazón (Peña Montes & Saavedra-Molina, 2024).

Sin embargo, esta misma capacidad destructiva podría ser un arma poderosa en contra del cáncer: algunos tumores son especialmente vulnerables a la ferroptosis, lo que ha llevado al desarrollo de nuevos posibles medicamentos que la activan selectivamente (Stockwell y colaboradores, 2017). Un dato interesante es que el descubrimiento de la ferroptosis fue accidental: los investigadores estaban buscando compuestos contra el cáncer cuando notaron que algunas células morían de una forma nunca antes vista y lo más intrigante era que esta muerte podía prevenirse completamente eliminando



Figura 2. La ferroptosis, una muerte celular dependiente de hierro, los sistemas GPX4 y FSP1 neutralizan moléculas oxidantes utilizando glutatión y coenzima Q10, respectivamente.

el hierro del medio (Dixon y colaboradores, 2012).

Otro fenómeno involucrado recientemente con la ferroptosis es el envejecimiento (Zhou y colaboradores 2020). Envejecer es, en esencia, acumular daños celulares como los oxidativos que se reflejan en nuestro cuerpo. El hierro, fundamental para la vida, podría ser una pieza central en este proceso: como la luna de Sabines, que “en dosis precisas y controlada” permite la vida, mientras que su desbalance marca el ritmo de nuestro envejecimiento molecular.

La ferroptosis puede ser activada por diversas moléculas, como la erastina que bloquea la producción de glutatión o bien por RSL3 que inhibe directamente GPX4. Por otro lado, la naturaleza nos ha proporcionado varias formas de frenar este proceso como la vitamina E, o bien antioxidantes sintéticos como la ferrostatina-1 que actúa como potentes inhibidores de la ferroptosis, protegiendo a las células de esta forma de muerte (Peña Montes & Saavedra Molina, 2024).

En conclusión, la ferroptosis nos revela esta dualidad: el mismo elemento que nos permite respirar y vivir puede, bajo circunstancias específicas, convertirse en el arquitecto de nuestra decadencia celular. Es la paradoja perfecta de la vida misma: aquello que nos da vida también marca el compás de nuestro envejecimiento.

Comprender los mecanismos moleculares de la ferroptosis no solo nos ha permitido apreciar este complejo tango entre la vida y la muerte celular, sino que también nos abre nuevas posibilidades terapéuticas.

Mientras continuamos descubriendo sus secretos, la ferroptosis promete ser una pieza clave en el futuro de la medicina, desde el tratamiento del cáncer hasta la lucha contra el envejecimiento.

Referencias

- Dixon, S. J., Lemberg, K. M., Lamprecht, M. R., Skouta, R., Zaitsev, E. M., Gleason, C. E., Patel, D. N., Bauer, A. J., Cantley, A. M., Yang, W. S., Morrison, B., III, & Stockwell, B. R. (2012). Ferroptosis: An iron-dependent form of nonapoptotic cell death. *Cell*, 149(5), 1060–1072. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.03.042>
- Dixon, S. J., & Olzmann, J. A. (2024). The cell biology of ferroptosis. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, 25(6), 424–442. <https://doi.org/10.1038/s41580-024-00703-5>
- Lane, D. J. R., Metselaar, B., Greenough, M., Bush, A. I., & Ayton, S. J. (2021). Ferroptosis and NRF2: an emerging battlefield in the neurodegeneration of Alzheimer's disease. *Essays in Biochemistry*, 65(7), 925–940. <https://doi.org/10.1042/ebc20210017>
- Peña-Montes, D. J., & Saavedra-Molina, A. (2024). El papel de la ferroptosis en la enfermedad renal diabética. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 27, 1–14. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2024.684>
- Stockwell, B. R., Friedmann Angeli, J. P., Bayir, H., Bush, A. I., Conrad, M., Dixon, S. J., Fulda, S., Gascón, S., Hatzios, S. K., Kagan, V. E., Noel, K., Jiang, X., Linkermann, A., Murphy, M. E., Overholtzer, M., Oyagi, A., Pagnussat, G. C., Park, J., Ran, Q., ... Zhang, D. D. (2017). Ferroptosis: A regulated cell death nexus linking metabolism, redox biology, and disease. *Cell*, 171(2), 273–285. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.09.021>
- Zhou, R.-P., Chen, Y., Wei, X., Yu, B., Xiong, Z.-G., Lu, C., & Hu, W. (2020). Novel insights into ferroptosis: Implications for age-related diseases. *Theranostics*, 10(26), 11976–11997. <https://doi.org/10.7150/thno.50663>
- “10 Years on Ferroptosis Discovery: Potential in Disease Treatment”. *Wms-site.com*, <https://wms-site.com/press-media/1109-10-years-on-ferroptosis-discovery-potential-in-disease-treatment>. Consultado el 19 de enero de 2025.

Plantas Medicinales: una fuente valiosa de compuestos farmacológicos para el tratamiento del cáncer

Medicinal Plants: A Valuable Source of Pharmacological Compounds for Cancer Treatment

Karla Araceli Silva Ramírez¹, Alan Misael Estrada Alonso^{1,2}, Jazmin Marlen Pérez-Rojas².

1. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 2 Laboratorio de Investigación Biomédica en Cáncer, Subdirección de Investigación Básica, Instituto Nacional de Cancerología. CDMX, México.

Contacto: jazminmarlen@gmail.com

Resumen. El cáncer en nuestro país representa la tercera causa de muerte, y a pesar de los grandes avances logrados en el tratamiento contra esta enfermedad, aún son muchos los pacientes cuyas terapias fracasan, por lo que el cáncer sigue siendo una de las enfermedades más graves y uno de los mayores desafíos para la salud humana en todo el mundo. Por ello, existe una demanda constante del desarrollo de nuevos fármacos antineoplásicos eficaces y sobre todo accesibles. Las plantas medicinales han sido utilizadas durante siglos con fines médicos y son la base de la medicina moderna. Muchos de los fármacos quimioterapéuticos que en la actualidad se están utilizando para el tratamiento del cáncer son moléculas aisladas de plantas medicinales o alguno de sus derivados sintéticos; por lo que las investigaciones en productos naturales ofrecen un enorme potencial para obtener información útil sobre nuevas estructuras químicas y posiblemente nuevos mecanismos de acción relacionados con el desarrollo de nuevos fármacos.

Palabras clave: Cáncer, plantas, compuestos.

Abstract. Cancer is the third leading cause of death in our country and despite major advances in the treatment of this disease, there are still many patients whose therapies fail. Therefore, cancer remains one of the most serious diseases and one of the greatest challenges to human health worldwide. For this reason, there is a constant need to develop new effective and accessible antineoplastic drugs. Medicinal plants have been used for centuries for medical purposes and are the basis of modern medicine. Many chemotherapeutic drugs used to treat cancer are molecules isolated from medicinal plants or their synthetic derivatives. Therefore, natural product research offers enormous potential to provide useful information on new chemical structures and possible new mechanisms of action related to the development of new drugs.

Key Works: cancer, plants, compounds.

Introducción

El uso de las plantas medicinales ha sido fundamental para la salud y el bienestar humano, siendo utilizadas como principal recurso terapéutico por diversas culturas a lo largo de la historia, como la china, india, japonesa, los Incas y en nuestro país (Tabla 1). Los primeros medicamentos anticancerígenos exitosos y efectivos se derivaron de plantas como los alcaloides de la **Vinca** obtenido *Catharanthus roseus* y el paclitaxel aislado inicialmente de *Taxus brevifolia* y más tarde de *Taxus baccata*. Por esta razón, sigue siendo relevante investigar estas plantas con el objetivo de descubrir nuevos compuestos que ofrezcan mayor eficacia terapéutica y menor toxicidad. En los últimos 40 años, más de 900 fármacos han derivado de los metabolitos secundarios de las plantas

Tabla 1. Fármacos obtenidos de las plantas medicinales y su uso.

Nombre de la planta u organismo	Compuesto(s) aislado(s)	Enfermedades en las que se utiliza
<i>Salix alba</i>	Aspirina	<ul style="list-style-type: none">• Dolor, inflamación y fiebre• Dolores de cabeza y migraña
<i>Papaver somniferum</i>	Morfina	<ul style="list-style-type: none">• Dolor• Anestésico• Dificultad para respirar (disnea)
<i>Artemisia annua</i>	Artemisinina	<ul style="list-style-type: none">• Paludismo• Potencial anticancerígeno• Antiviral
<i>Atropa belladonna</i>	Atropina	<ul style="list-style-type: none">• Uso oftálmico

medicinales. Sin embargo, estas no son la única fuente de nuevos compuestos; los microbios, los hongos y los ambientes marinos también continúan siendo fuentes clave para el desarrollo de nuevos medicamentos.

Además de sus propiedades terapéuticas, algunas plantas medicinales también ofrecen beneficios nutricionales que contribuyen a la salud y el bienestar general de la población, como es el caso del brócoli, la moringa, el mangostán, los frutos rojos, entre otros. La importancia de las plantas medicinales va más allá de sus aplicaciones terapéuticas demostradas, abarca también su valor cultural, ecológico, económico y científico. Por ello, es fundamental aprovechar y preservar el potencial de estas plantas para garantizar la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible y la salud global.

El cáncer es una enfermedad que puede originarse en cualquier parte del cuerpo, se caracteriza por el crecimiento descontrolado y anormal de las células, lo que puede llevar a su propagación hacia otros órganos. Esta enfermedad puede ser causada por alteraciones en el ácido desoxirribonucleico (ADN), por factores genéticos, por exposición a agentes mutagénicos, por la obesidad, entre otros; y lamentablemente, su incidencia sigue en aumento y es más común cada día. Tan solo en el año 2020, se estimaron 209,000 nuevos casos de cáncer y 90,000 muertes relacionadas con esta enfermedad, lo que la ha convertido en un grave problema tanto para la población como para el sistema nacional de salud, debido al alto costo de los tratamientos y al impacto físico y emocional en los pacientes y sus familias. Los tipos de cáncer más comunes en nuestro país incluyen el de mama, de próstata, de colon, el de cuello uterino y el de pulmón. A pesar de que las estadísticas no son alentadoras y los factores de riesgo siguen presentes en la población mexicana, existen numerosos grupos de investigación dedicados a la búsqueda de nuevos tratamientos a partir de las plantas medicinales. Por esta razón, es crucial preservar los conocimientos ancestrales sobre la flora endémica, lo que permitirá realizar estudios más profundos y explorar diversas opciones terapéuticas procedentes de la flora mexicana con

potencial uso farmacológico, contribuyendo así de manera positiva a la salud humana.

Los defensores de las plantas: los metabolitos secundarios

Los compuestos derivados de las plantas han sido utilizados en la medicina tradicional durante siglos para tratar una gran variedad de enfermedades, incluyendo el cáncer. De hecho, actualmente se estima que alrededor del 60% de los fármacos anticancerígenos provienen de plantas, y se calcula que entre 35 000 y 700 000 especies vegetales tiene potencial anticancerígeno. Las plantas producen compuestos conocidos como metabolitos secundarios, los cuales son utilizados por las plantas como mecanismo de defensa para hacerle frente a las inclemencias del tiempo, al ataque de plagas y herbívoros. Estos metabolitos, precisamente, son los que poseen un valor terapéutico para la salud humana.

Es bien sabido que la quimioterapia es el tratamiento principal para combatir el cáncer; entre los fármacos utilizados se encuentran los agentes alquilantes, los antimetabolitos y los inhibidores de topoisomerasa, cuyo mecanismo de acción se enfoca en el ADN, impidiendo la división y el crecimiento celular. Ejemplos de estos fármacos son el cisplatino, el 5-fluorouracilo, el tamoxifeno, etc. Sin embargo, estas terapias no siempre son efectivas debido, en parte, a la alta toxicidad que presentan en las células sanas, lo que genera efectos secundarios graves, como náuseas, vómito, diarrea e incluso insuficiencia renal y cardíaca.

Un factor importante en el fracaso de la quimioterapia es la resistencia farmacológica de las células tumorales. Esta resistencia se clasifica en intrínseca y adquirida. La resistencia intrínseca se refiere a la capacidad de las células tumorales para resistir los fármacos antes incluso de iniciar tratamiento, lo que significa que las células mutan de forma continua y espontánea, y en alguna de esas mutaciones adquieren

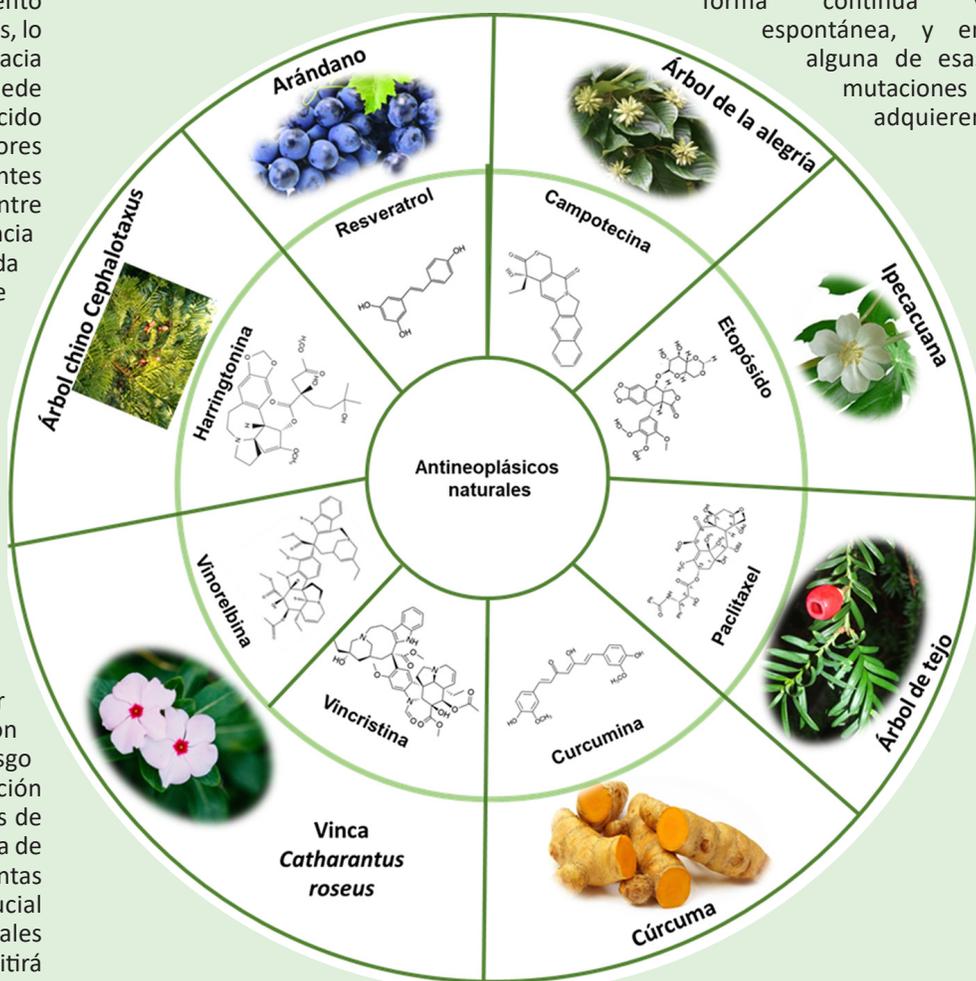


Figura 1. Compuestos con potencial anticancerígeno aislados de diversas plantas medicinales (Alonso-Castro et al., 2011).

resistencia a varios compuestos. Por esta razón, los cánceres pueden comportarse de manera diferente entre personas, incluso si son del mismo tipo, lo que se conoce como heterogeneidad tumoral. Por otro lado, la resistencia adquirida ocurre cuando las células tumorales inicialmente sensibles a la quimioterapia sobreviven al tratamiento, y aquellas que no mueren van desarrollando resistencia a los fármacos. Este fenómeno sigue siendo un desafío clave en la investigación y tratamiento del cáncer. Diversos estudios han demostrado que las plantas medicinales pueden ayudar a controlar el desarrollo de la resistencia a los fármacos tumorales, ya que actúan sobre múltiples vías para eliminar las células tumorales.

El estudio de las plantas es esencial en este contexto, ya que, como se mencionó anteriormente, los metabolitos secundarios (como flavonoides, taninos, polifenoles, lignanos, entre otros) pueden modificar la morfología y/o función de la célula tumorales. Esto impide que las células se dupliquen, lo que lleva a su muerte. Además, estos compuestos suelen ser selectivos, ya que tiene una baja toxicidad en células no tumorales, lo que significa que pueden causar menos efectos secundarios en los pacientes.

Sin embargo, el estudio de los metabolitos secundarios también presenta desafíos. Los principales obstáculos al trabajar con productos naturales incluyen: 1) su solubilidad en medio acuoso, ya que muchos metabolitos secundarios tienen estructuras químicas que contienen terpenos, alcaloides, glicósidos, compuestos aromáticos, etc, los cuales tienen baja solubilidad en agua. Estos compuestos suelen disolverse en solventes orgánicos como isopropanol, dimetilsulfóxido (DMSO), metanol, entre otros, que son bastante tóxicos. Por lo tanto, es crucial controlar la relación entre la cantidad de solvente y el compuesto para minimizar la toxicidad de los solventes.

2) La estabilidad, algunos compuestos son inestables a temperaturas corporales o a la luz. Además, es importante destacar que la cantidad de material vegetal necesaria para aislar y caracterizar un compuesto con actividad biológica puede ser elevada, lo que pone en riesgo la integridad de la especie. En México, el uso de la medicina tradicional es bastante

amplio. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, el país ocupa el segundo lugar a nivel mundial en cuanto al registro de plantas medicinales, no solo para el tratamiento del cáncer, sino también para otras enfermedades.

3) La biodisponibilidad, una vez administrada la fracción o el compuesto aislado, este debe llegar al sitio blanco a través del torrente sanguíneo (lo que se conoce como biodisponibilidad), la mayoría de los metabolitos secundarios presentan baja biodisponibilidad, además tienen un tiempo de vida media corto, de 1 a 2 horas, antes de ser eliminados por el organismo. Esto explica por qué, en varios estudios realizados en cultivos celulares, estos compuestos pueden tener efecto, pero cuando se administran en animales como ratas o ratones, el efecto observado es mínimo o nulo.

Para abordar este problema, se emplean técnicas de ingeniería de partículas y tecnología farmacéutica que permiten modificar las moléculas y utilizar materiales como la nanotecnología. A través de sistemas de transporte como los liposomas, micelas, nanoemulsiones, entre otros, se busca mejorar la solubilidad, la estabilidad y la biodisponibilidad de compuesto de interés.

En la figura 1 se presentan algunos fármacos actualmente utilizados para el tratamiento de diversos tumores sólidos, que han sido obtenidos de plantas medicinales.

CONCLUSIÓN

Las plantas medicinales han jugado un papel importante en la salud y bienestar humano, siendo esenciales tanto en la medicina tradicional como en las investigaciones farmacéuticas contemporáneas.

Es vital seguir investigando y preservando el conocimiento tradicional sobre estas plantas, al mismo tiempo que se exploran nuevas oportunidades en la investigación científica para desarrollar terapias más efectivas y accesibles para el cáncer y otras enfermedades. Al hacerlo, podemos avanzar hacia un futuro en el que las plantas medicinales desempeñen un papel aún más importante en la promoción de la salud y el bienestar humano.

Referencias

- Alonso-Castro AJ, Villarreal ML, Salazar-Olivo LA, Gomez-Sanchez M, Dominguez F, Garcia-Carranca A. (2011). Mexican medicinal plants used for cancer treatment: pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies. *J Ethnopharmacol.* 133(3):945-72. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.055>
- Gielecińska, A., Kciuk, M., Mujwar, S., Celik, I., Kofat, D., Kałuzińska-Kofat, Z., & Kontek, R. (2023). Substances of Natural Origin in Medicine: Plants vs. Cancer. In *Cells* (Vol. 12, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/cells12070986>
- González-Cortazar, M., Aparicio-Trejo, O. E., Medina-Campos, O. N., Pedraza-Chaverri, J., y Ibarra-Barajas, M. (2019). Antioxidant effect of native plants from Central-Western Mexico on 7,12-dimethylbenz [a] anthracene (DMBA)-induced oxidative stress in rats. *Nutrients*, 11(6), 1251. <http://doi.org/10.3390/nu11061251>
- Jain, H., & Chella, N. (2021). Methods to improve the solubility of therapeutical natural products: a review. In *Environmental Chemistry Letters* (Vol. 19, Issue 1, pp. 111–121). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01082-x>
- Khan, S. U., Fatima, K., Aisha, S., & Malik, F. (2024). Unveiling the mechanisms and challenges of cancer drug resistance. In *Cell Communication and Signaling* (Vol. 22, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12964-023-01302-1>
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. In *Journal of Natural Products* (Vol. 83, Issue 3, pp. 770–803). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>
- Pang, Z., Chen, J., Wang, T., Gao, C., Li, Z., Guo, L., Xu, J., & Cheng, Y. (2021). Linking Plant Secondary Metabolites and Plant Microbiomes: A Review. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 12). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.621276>
- Tranquilino-Rodríguez E. y Martínez-Flores H. E. (2024). La moringa, un árbol milagro. *Saber Más* 73: 38-42. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/658-numero-73/1357-la-moringa-un-arbol-milagro.html>
- Ortega-Pérez, L. G., Ayala-Ruiz, L. A., Magaña-Rodríguez, O. R., Piñón-Simental, J. S., Aguilera-Méndez, A., Godínez-Hernández, D., & Ríos-Chavez, P. (2023). Development and Evaluation of Phytosomes Containing *Callistemon citrinus* Leaf Extract: A Preclinical Approach for the Treatment of Obesity in a Rodent Model. *Pharmaceutics*, 15(9), 2178. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15092178>

Las reglas de vialidad de las células

The traffic rules of the cells

Paulo Ignacio León Sánchez, Lorena Martínez-Alcantar y Jesús Campos García

Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Contacto: jesus.campos@umich.mx

Resumen. El movimiento es un aspecto fundamental de la vida. Las células al ser la unidad funcional de los organismos vivos, poseen la habilidad de moverse. Este movimiento celular, conocido como locomoción celular, se observa tanto en organismo unicelulares como en multicelulares. La locomoción celular, no sólo es esencial para la supervivencia individual de las células, sino que también es crítico para el funcionamiento coordinado de organismos completos. La migración es un tipo específico de locomoción celular que ocurre en un contexto biológico determinado, generalmente dirigido hacia un objetivo o guiado por señales específicas hacia un blanco específico. En los humanos, la migración celular es un proceso natural y crucial durante la organogénesis y el desarrollo embrionario, desempeña un papel en la respuesta de reparación tisular, tanto en la cicatrización de heridas como en la angiogénesis. El funcionamiento del sistema inmunológico depende en gran medida de la migración celular. En el cáncer, este mecanismo natural se descontrola. Las células tumorales adquieren la capacidad de migrar, pero en lugar de hacerlo para cumplir funciones normales, lo hacen de manera desordenada e invasiva (proceso conocido como metástasis). Mientras que la migración celular es un proceso vital para la vida, su desregulación es un arma que utilizan las células tumorales para desplazarse sin control y colonizar nuevos tejidos sanos.

Palabras clave: Migración celular, Quimiotaxis, Citoesqueleto.

Abstract. Movement is essential for life. Cells, as the fundamental units of living organisms possess the ability to move. This cellular movement, known as cellular locomotion, is observed in both unicellular and multicellular organisms. Cellular locomotion, is not only crucial for individual survival of cells but it is also necessary for the coordinated functioning of entire organisms. Migration is a specific type of cellular locomotion that occurs in a given biological context, typically directed towards a target or guided by specific signals to a particular destination. In humans, cell migration is a natural and a vital process during organogenesis and embryonic development. It plays a key role in tissue repair responses, including wound healing and angiogenesis. The functioning of the immune system heavily relies on cell migration. In cancer, however, this natural mechanism becomes deregulated. Tumor cells acquire the ability to migrate, but instead of doing so to fulfill normal functions, they move in a disordered and invasive manner (process known as metastasis). While cell migration is a vital process for life, its disruption becomes a double-edged sword that tumor cells exploit to move uncontrollably and colonize healthy tissue.

Keywords: Cellular migration, Chemotaxis, Cytoskeleton.

Migración celular

Generalmente cuando pensamos en las células, las visualizamos en un estado inmóvil y perpetuo, pero los mecanismos de su movimiento son complejos e indispensables para mantener la estabilidad de los tejidos. Dentro de los distintos mecanismos que utilizan las células para emprender su viaje, están, el tomar distintas formas celulares para facilitar su migración. Además, el movimiento de estas no es aleatorio. Desde que deciden emprender su trayecto, las células están seguras a donde deben de llegar y cuál es el motivo de su translocación, por lo tanto, es un proceso dirigido (Shellard & Mayor, 2021).

La migración celular, el proceso mediante el cual las células se desplazan de un lugar a otro, es crucial para el desarrollo adecuado y la supervivencia de los organismos a lo largo de su vida. La migración comienza cuando una célula responde a una señal química que la instruye a “polarizarse”, lo que implica la formación de protuberancias o protrusiones en un extremo de la célula que se adhieren al sustrato del microambiente mediante compuestos adhesivos secretados (Wang, *et. al.*, 2022). En paralelo, la parte opuesta (parte trasera) de la célula se fija al sustrato para proporcionar anclaje. Tras estas adhesiones iniciales, la célula se impulsa hacia su destino mediante una serie de contracciones generadas por estructuras internas del citoesqueleto (estructura interna de las células que actúa como su “esqueleto” y “sistema de

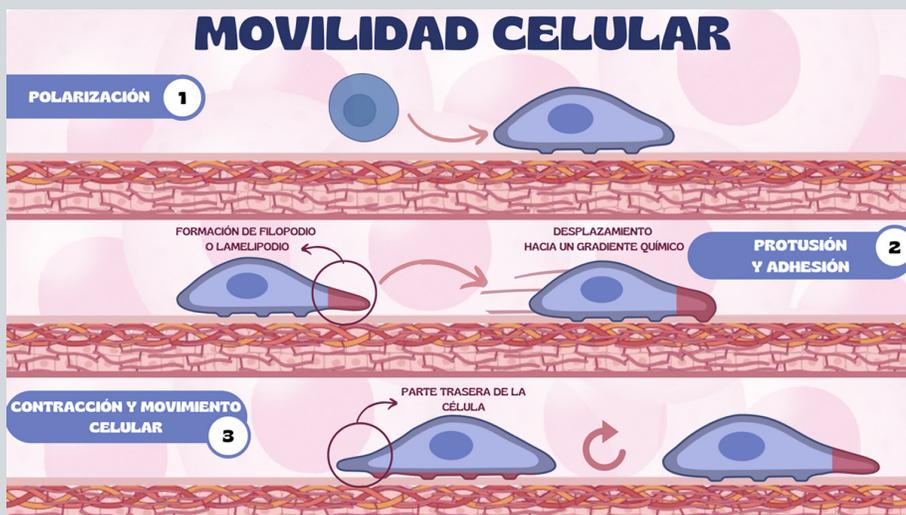


Figura 1. Migración celular. 1) La célula alarga y encoge el citoesqueleto durante la polarización. 2) Durante la protusión y adhesión, la célula explora el ambiente a través de la formación de filopodios y/o lamelipodios para adherir el citoesqueleto a la matriz extracelular. 3) La célula contrae la parte opuesta al borde frontal para realizar la locomoción. (Elaborado con Canva y Biorender)

movimiento”) [Seetharam & Etienne-Mandeville, 2020]. Una vez que las protrusiones avanzan, las adhesiones en la región trasera se liberan, permitiendo que la célula continúe su desplazamiento. Este ciclo de protrusión, adhesión, contracción y retracción se repite continuamente hasta que la célula alcanza su destino final (Figura 1) [Wang, *et. al.*, 2022].

El citoesqueleto: el “vehículo” que mueve a las células

La célula eucariota está formada por distintas estructuras que le otorgan la capacidad de ser una máquina increíble; sin embargo, sin la presencia de un “chasis”, o en este caso, un esqueleto, esta no tendría la capacidad de sobrevivir [Roussos, *et. al.*, 2011]. El citoesqueleto es una estructura inamovible, que puede cambiar de forma para otorgarle a la célula la capacidad de moverse y establecerse en determinados lugares del cuerpo.

La construcción del citoesqueleto está constituida por proteínas como la actina, la cual se encuentra formando filamentos. Estos filamentos pueden alargarse (polimerizarse) y encogerse (despolimerizarse), modificando el citoesqueleto según las necesidades de la célula. El citoesqueleto, como un automóvil, “explora” los espacios que tiene para avanzar y desplazarse por los tejidos (Ananthakrishnan & Elricher, 2007; SenGupta, *et. al.*, 2021).

Llamamos protrusión a la formación de proyecciones del citoesqueleto, que toman el papel de llantas durante los movimientos celulares, la forma de estas estructuras depende de cómo se organiza la red de actina [Roussos, *et. al.*, 2011]. Los dos tipos más estudiados de protrusiones son los lamelipodios y los filopodios. Los **lamelipodios** son protuberancias de las células en forma de láminas, con una red de filamentos de actina cortos y delgados. Los **filopodios** son extensiones en forma de aguja que les permiten explorar su entorno,

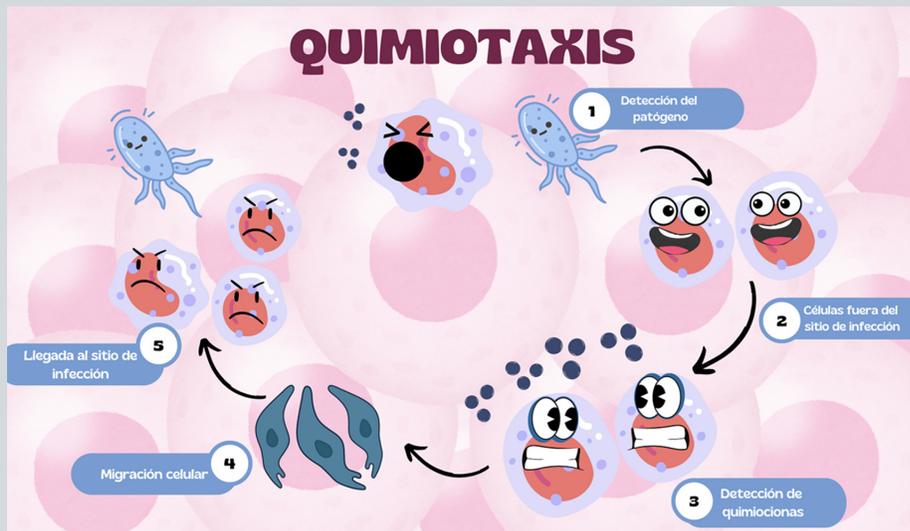


Figura 2. Quimiotaxis. 1) Las células del sistema inmunológico detectan un patógeno durante un evento infeccioso comenzando con la secreción de quimiocinas. 2) Células del sistema inmunológico se encuentran fuera del sitio de infección. 3) Las células detectan cambios en el gradiente químico. 4) Las células comienzan su migración en dirección al gradiente químico. 5) Las células llegan al sitio de infección y atacan al patógeno. (Elaborado con Canva y Biorender).

adherirse a una superficie y “arrastrar” a la célula hacia un nuevo destino (Figura 1) [Wang, *et. al.*, 2022].

Y ¿Cómo saben las células a dónde ir?

Se conoce ampliamente que las células son capaces de detectar la presencia y concentraciones de moléculas en el ambiente. Si bien este no es el único motivo de las células para aventurarse por los tejidos, si es un factor importante relacionado a la migración de células.

Durante el proceso de **quimiotaxis**, las células responden a “señales químicas” que indican la necesidad de su presencia en un lugar específico. Un ejemplo claro de este fenómeno es la migración y el reclutamiento de células del sistema inmunológico (neutrófilos y macrófagos) hacia zonas donde deben eliminar agentes infecciosos, como bacterias.

Cuando se detecta la presencia de bacterias en una región del cuerpo, se genera una señal de estrés que desencadena la producción y liberación de proteínas asociadas a la inflamación. Estas proteínas aumentan su concentración en el área afectada y actúan como una señal de

auxilio. Estas señales químicas, denominadas **quimiocinas**, son secretadas en este contexto principalmente por células del sistema inmunológico, aunque la mayoría de las células del cuerpo son capaces de producirlas y detectarlas. Entre las quimiocinas que están directamente involucradas en la regulación y promoción de este proceso se encuentran la interleucina 1 (IL-1), interleucina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) (Figura 2) [Roussos, 2011].

Además de la quimiotaxis existen otros procesos encargados de promover la migración de células, relacionados a condiciones en particular que suceden en el cuerpo, por ejemplo, haptotaxis (migración celular hacia un gradiente proteico de una matriz extracelular inmovilizada), electrotaxis (movimiento celular bajo la influencia de una corriente eléctrica) y durotaxis (tendencia de las células individuales a seguir los gradientes de rigidez) [Shellard & Mayor, 2021].

La brigada de reparación de heridas: ¡Células al rescate!

La migración celular desempeña un papel esencial no solo en la eliminación de patógenos, sino también en la reparación de heridas,

donde facilita la regeneración de tejidos dañados mediante una serie de procesos altamente coordinados. Cuando ocurre una herida, las células dañadas liberan señales que atraen células del sistema inmunológico al sitio de la lesión.

Células como los **neutrófilos** y **macrófagos** se encargan de emitir la señal de auxilio secretando sustancias conocidas como quimiocinas, tales como el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), la interleucina 8 (IL-8) y el factor de crecimiento epidérmico (EGF). Estas quimiocinas modulan células que tienen funciones estructurales como los **fibroblastos**, permitiendo que migren al área de la herida y comenzar a producir los factores EGF y PDGF (factor de crecimiento derivado de plaquetas), estimulando así, la producción de **colágeno** y **otros componentes de la matriz extracelular (MEC)** (red tridimensional de proteínas y polisacáridos que rodea a las células y los tejidos) [Jiang, et. al., 2013].

Otras células capaces de detectar los cambios en el gradiente químico y emprender un viaje al sitio de herida con la misión de repararlo, son las **células endoteliales**, cuya función

es la de crear nuevos vasos sanguíneos (angiogénesis), que permitirán restaurar la oxigenación y el suministro de nutrientes. Además, existen **células madres** almacenadas en distintos reservorios del cuerpo, que tienen una gran capacidad de proliferar y de renovarse a si mismas, además de la capacidad de diferenciarse en células especializadas de distintos tipos de tejidos (Jiang, et. al., 2013) (Figura 3). Este trabajo en equipo y la cooperación para atender a las señales de auxilio ¡Nos da la perfecta brigada de reparación celular!

La construcción de órganos y la migración celular

Durante la formación de un nuevo organismo, el embrión pasa por distintas etapas, cada una más grande que la otra y dividiéndose sin parar. Pero ¿Cómo de un conjunto de células surge un individuo completo?

La organogénesis es el proceso por medio de cual se forman los órganos del cuerpo, esta ocurre principalmente en la etapa temprana del desarrollo embrionario. En el crecimiento de un embrión, al principio sólo habrá células, sin aún tener forma y función aparente. Estas

células son conocidas como **“células madre embrionarias”**, las cuales se organizan, dividen y diferencian para construir las estructuras que nos dan vida como el corazón, los pulmones, el cerebro, los riñones, entre otros (Friedl & Gilmour, 2007).

Durante el desarrollo del embrión, estas se localizan en zonas específicas del cigoto que les otorgan un destino predeterminado, pero, son capaces de viajar y cambiar según las señales establecidas por el organismo. Similar a los procesos de reparación, las células madre embrionarias son capaces de atender el llamado de moléculas quimiotácticas y moverse (Friedl & Gilmour, 2007). La migración celular es esencial para establecer la arquitectura tridimensional de los tejidos y garantizar que las células especializadas lleguen a los lugares adecuados para formar órganos funcionales. Las células madre embrionarias migran desde sus nichos originales hacia las ubicaciones específicas donde formaran parte de órgano en desarrollo.

Durante la organogénesis, las células deben moverse de manera precisa, ni demasiado rápido ni demasiado lento, para garantizar que los órganos se formen correctamente y a tiempo.

Cada órgano en desarrollo sigue un calendario biológico preciso, ya que, si las células migran demasiado rápido, podrían llegar a su destino antes de que el entorno esté listo para recibir las, lo que comprometería la integración con otras estructuras. Por el contrario, si las células migran demasiado lento, pueden retrasar la formación del órgano lo que podría afectar el desarrollo del embrión.

Las quimiocinas como promotoras de la metástasis

Si bien las quimiocinas están encargadas del tránsito de las células en los distintos eventos migratorios ¿Qué sucede cuando se malinterpretan?

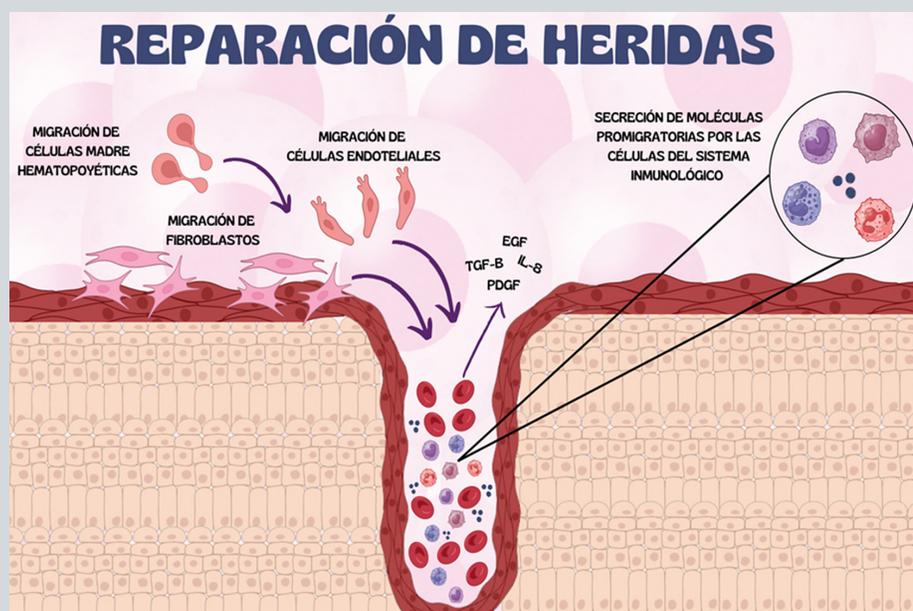


Figura 3. Reparación de heridas. Durante la ocurrencia de heridas, las células del sistema inmunológico se desplazan al sitio de herida y secretan quimiocinas, estas son reclutadas por células como los fibroblastos, células endoteliales y células madre hematopoyéticas para la reparación de tejidos dañados. (Elaborado con Canva y Biorender)

Estas moléculas no son mensajes exclusivos durante la respuesta inmunológica o en la reparación de tejidos, lo que puede causar que receptores no deseados reciban dicho mensaje. Un ejemplo preocupante de esto son las células cancerosas (Ananthkrishnan & Elricher, 2007; Jiang, *et. al.*, 2013).

El cáncer es un trastorno donde las células comienzan a crecer de forma desmedida y a dividirse sin control, lo que trae como consecuencia la desregulación de distintos mecanismos en el cuerpo para mantener la estabilidad o la homeostasis (Ananthkrishnan & Elricher, 2007; Jiang, *et. al.*, 2013).

Las células malignas “escuchan” señales que no están destinadas hacia ellas, lo que les da la posibilidad de mudarse hacia otros tejidos o de crear vasos sanguíneos propios para recibir nutrientes de forma directa (Wang, *et. al.*, 2022; SenGupta, *et. al.*, 2021).

¿Y eso que tiene que ver con las quimiocinas? Podemos pensar en las células cancerosas como “conductores imprudentes” que no respetan las reglas de tránsito, y como consecuencia, las células del sistema inmunológico terminan contribuyendo a que estas células puedan viajar por el cuerpo, lo que crea la “receta perfecta” para la **metástasis** (la diseminación de las células cancerosas fuera del sitio primario de donde se origina el cáncer), donde las células malignas viajan a otros lugares del cuerpo de forma descontrolada y sin respetar las señales de “tránsito y vialidad”, lo que contribuye a la formación de tumores y por tanto el deterioro de la salud del paciente (Wang, *et. al.*, 2022).

La metástasis del cáncer es uno de los eventos donde la falta de regulación favorece la capacidad de viajar de las células tumorales por los tejidos de manera desmedida, los pacientes que presentan casos como estos, tienden a no responder a procesos quimioterapéuticos (Wang,

et. al., 2022; Ananthkrishnan & Elricher, 2007; Jiang, *et. al.*, 2013).

La migración celular esta intrínsecamente relacionada con la MEC. En el cáncer las células tumorales modifican la MEC para facilitar su migración invasiva. Por ejemplo, secretan enzimas como las metaloproteinasas de matriz (MMPs), que degradan la MEC y abren caminos para la invasión tumoral. En ciertos casos, la quimioterapia puede inducir cambios en el microambiente tumoral (modificando la cantidad y el tipo de quimiocinas) que favorecen la migración celular, como el aumento de MMPs por células asociadas al tumor (SenGupta, *et. al.*, 2021).

Migración celular como blanco terapéutico: Una nueva esperanza

El movimiento de las células es un mecanismo extremadamente complejo pero muy bien definido y guiado. Estas viajan con un propósito y para atender las necesidades de un organismo, o bien, de la misma. Además, los eventos migratorios no son exclusivos de un proceso en particular, si no que, se encuentran altamente relacionados entre sí y funcionan como una red de vialidad altamente estructurada.

Por lo tanto, la gran variedad de procesos relacionados a la migración celular que se encuentran afectados durante enfermedades como el cáncer, representan una oportunidad para ser considerados como excelentes blancos terapéuticos.

En la actualidad, se buscan tratamientos nuevos que sean menos invasivos, más específicos y que produzcan en menor medida efectos secundarios (Padilla-Reygoza, *et. al.*, 2020). Por consecuencia, la exploración de moléculas novedosas producidas por plantas y bacterias han tomado gran importancia en esta área, pues su interacción con estos blancos ha demostrado tener la capacidad de promover los eventos migratorios de la célula que favorecen

la reparación de heridas o bien, inhibirlos en estados patológicos, abriendo una ventana de oportunidad en el estudio de la regeneración de tejidos o de la migración de células malignas en pacientes que padecen de cáncer. El conocimiento creado en la actualidad, nos acerca cada vez más a un futuro donde la guerra contra el cáncer no sea ganada, al menos sea controlada, brindándonos una **nueva esperanza**.

Referencias

- Ananthkrishnan, R., & Ehrlicher, A. (2007). The Forces Behind Cell Movement. *International Journal of Biological Sciences*, 303-317. <https://doi.org/10.7150/ijbs.3.303>
- Friedl, P., & Gilmour, D. (2009). Collective cell migration in morphogenesis, regeneration and cancer. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 10(7), 445-457. <https://doi.org/10.1038/nrm2720>
- Jiang, J., Li, L., He, Y., & Zhao, M. (2013). Collective cell migration: Implications for wound healing and cancer invasion. *Burns & Trauma*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.4103/2321-3868.113331>
- Padilla-Raygoza, N., Monroy-Torres, R., Sandoval-Salazar, C., Vera-Becerra, L. E., Patiño-López, M. E., De Lourdes García-Campos, M., Beltrán Campos, V., Del Carmen Ortega Jiménez, M., Del Carmen Delgado-Sandoval, S., Ramírez-Gómez, X. S., Jimenez-García, S. N., & López-Lemus, H. L. (2020). Cancer prevention programmes in Mexico: Are we doing enough? *Ecancermedicalscience*, 14. <https://doi.org/10.3332/ecancer.2020.997>
- Roussos, E. T., Condeelis, J. S., & Patsialou, A. (2011). Chemotaxis in cancer. *Nature Reviews Cancer*, 11(8), 573-587. <https://doi.org/10.1038/nrc3078>
- SenGupta, S., Parent, C. A., & Bear, J. E. (2021). The principles of directed cell migration. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 22(8), 529-547. <https://doi.org/10.1038/s41580-021-00366-6>
- Shellard, A., & Mayor, R. (2020). All Roads Lead to Directional Cell Migration. *Trends in Cell Biology*, 30(11), 852-868. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2020.08.002>
- Wang, T., Rao, D., Yu, C., Sheng, J., Luo, Y., Xia, L., & Huang, W. (2022). RHO GTPase family in hepatocellular carcinoma. *Experimental Hematology & Oncology*, 11(1), 91. <https://doi.org/10.1186/s40164-022-00344-4>



Figura 1. Paciente con cáncer. Tomado de <https://unife.mx/cancer-raro/>

Una mirada a los quimioterapéuticos de origen natural

Chemotherapeutics from natural sources, a closer look

Teresita Gómez Hernández¹, Juan Manuel Viveros Paredes²
y Edgardo Flores Torales¹

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 2. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías², Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

Contacto: fte17707@cucba.udg.mx

Resumen. Los medicamentos utilizados como quimioterapéuticos en el tratamiento de diversos tipos de cáncer, son sustancias cuya función principal es la de impedir que las células cancerosas crezcan, se dividan o que se produzcan más células, esto se logra a través de varios mecanismos biológicos por los cuales esas sustancias pueden actuar para lograr la destrucción y eliminación de las células cancerosas (efecto citotóxico). Actualmente existe una gran diversidad de medicamentos para este fin. El objetivo de este documento es brindar de manera clara y breve, información general y práctica, sobre los medicamentos de origen natural, utilizados como quimioterapéuticos (efectos, mecanismos, tendencias y retos).

Palabras clave: cáncer, quimioterapéutico, citotóxico.

Abstract. Drugs used as chemotherapeutics in the treatment of various types of cancer, are substances whose main function is to prevent cancer cells from growing, dividing or producing more cells. This is achieved through various biological mechanisms by which these substances can act to achieve the destruction and elimination of cancer cells (cytotoxic effect). Currently, there is a great diversity of medications for this purpose. The objective of this document is to provide, in a clear and brief manner, general and practical information about medicines of natural origin, used as chemotherapeutics (effects, mechanisms, trends and challenges).

Keywords: cancer, chemotherapy, cytotoxic.

El cáncer, es una de las principales enfermedades que han causado casi 10 millones de defunciones a nivel mundial en 2020, de acuerdo a datos oficiales de la OMS (2022). Tan solo en México en 2022, se registraron 847,716 defunciones, y la tasa de defunciones aumentó de 62.04 por cada

100 mil personas en 2012, a 68.92 en 2022 (Inegi, 2024). El cáncer tiene varios orígenes, uno de ellos se presenta cuando ocurre una alteración biológica de las células que conforman los órganos, estas células se dividen más rápido que las células sanas y además generan mecanismos de evasión para que el sistema inmune no las detecte, y así garantizar su supervivencia (Yin, Wang, Jiang, Kang, 2021).

Aunque existen varias opciones de tratamiento, su éxito depende del tipo y fase del desarrollo de la enfermedad. Los tratamientos más comunes son la extirpación quirúrgica de tejidos cancerosos, radiación, terapia dirigida (inmunoterapia) y la quimioterapia.

Los medicamentos utilizados como quimioterapéuticos, tienen como principal objetivo destruir las células tumorales (efecto citotóxico), los cuales pueden ser eficaces en ese sentido, sin embargo el daño colateral incluye la destrucción de células sanas, eso genera efectos adversos en los pacientes tratados con estos medicamentos, los cuales incluye náuseas, vómitos, mucositis (úlceras en la boca), alopecia (perdida de cabello), neuropatía (daño a los nervios y dolor), y mielosupresión (disminución de la producción de las células sanguíneas generadas en la médula ósea), (Naeem, Hu, Yang, Zhang, Liu, Zhu, Zheng, 2022).

Cabe señalar, que el cáncer es un proceso evolutivo y las células cancerosas son capaces de adaptarse a un tratamiento farmacológico, generando resistencia al medicamento (Castañeda, Meléndez, Uribe, Pedroza-Díaz, 2022), por lo tanto, el desarrollo de fármacos anticancerígenos más eficaces, es esencial para el tratamiento de la enfermedad (Fukushi, Yoshino, Yoshizawa, Kashiwakura, 2016).

Dentro de los medicamentos con efecto citotóxico (quimioterapéuticos), se incluye un nuevo grupo de sustancias de origen natural, que en la actualidad se investigan como posibles compuestos citotóxicos, los cuales buscan tener mejor resultados en la erradicación de células tumorales, evitar al máximo el daño a las células sanas y minimizar los efectos colaterales a los pacientes. Estos compuestos de origen natural, han demostrado tener una buena capacidad citotóxica hacia las células tumorales y

una disminución a la resistencia que generan este tipo de células (Castañeda, Meléndez, Uribe, Pedroza-Díaz, 2022). Se espera que, gracias a su diversidad química, baja toxicidad a células sanas, seguridad y disponibilidad, estos resulten menos agresivos para los pacientes.

Se ha observado que los compuestos de origen natural, inciden en múltiples vías para generar su efecto citotóxico, incluyendo la muerte celular apoptótica, la proliferación celular, la migración, la angiogénesis y la metástasis. Además se han descrito mecanismos que potencializan su efecto citotóxico como; 1) Permitir mayores concentraciones intracelulares de los compuestos quimioterapéuticos, 2) inducir la producción de subproductos del metabolismo del oxígeno, causando mayores daños en las células y modulando la expresión de genes, disminuyendo la actividad de proteínas involucradas en la desintoxicación de sustancias químicas, 3) activación de mecanismos de muerte celular, como la destrucción de proteínas dañadas o anormales y la ruptura de la membrana citoplasmática de las células, aumentando de esta manera la muerte celular 4) modulación o disminución de los procesos inflamatorios, ayudando a evitar el crecimiento de tumores y 5) inhibición de mecanismos de reparación celular, aumentando así el efecto citotóxico (Castañeda, Meléndez, Uribe, Pedroza-Díaz, 2022).

Actualmente, existen fármacos antitumorales de origen vegetal que se utilizan clínicamente, como los taxanos (Taxol), la vinblastina, la vincristina, los curcuminoides (Cúrcuma), polifenoles (como el ácido gálico), alcaloides del grupo de las xantinas (como la cafeína) y los análogos de la podofilotoxina, representando aproximadamente el 50% de los fármacos antitumorales.

Los compuestos antitumorales de origen animal, también han sido explorados y sujetos a investigación científica, tal es el caso del veneno de abeja (Apitoxina), cuyo componente principal, es la melitina, la cual tiene efectos inhibidores sobre el crecimiento de las células cancerosas, incluyendo las renales, de pulmón, de hígado, de próstata, de vejiga, y células cancerosas mamarias así como también células de leucemia (Khalil, Elesawy, Ali, Ahmed, 2021).

62 Milenaria, Ciencia y Arte



Figura 2. Ejemplo de fármacos antitumorales.
Tomado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Quimioterapia>

Son varios los compuestos naturales con efectos antitumorales que hoy en día se encuentran en diversas etapas de estudios, tanto *in vitro* como preclínicos, aunque aún faltan más estudios para trasladar estos resultados a usos clínicos como lo es la apitoxina (Khalil, Elesawy, Ali, Ahmed, 2021), cúrcuma (Giordano, Tommonaro, 2019), ácido gálico (Jiang, Pei, Zheng, Miao, Duan, Huang, 2022), entre otros. Aunque tienen notables beneficios, el potencial clínico de los compuestos naturales puede verse afectado, debido a la baja solubilidad en agua, la mala absorción, menor biodisponibilidad y el menor tiempo de retención en el entorno biológico. Después de la administración, los compuestos naturales, interactúan con varias barreras fisicoquímicas que pueden alterar su estructura y afectar su actividad antitumoral. Por lo tanto, se adoptan nuevas estrategias de formulación para prevenir la degradación de su estructura original, lo que ayuda a retener sus actividades quimiopreventivas y

quimioterapéuticas (Naeem, Hu, Yang, Zhang, Liu, Zhu, Zheng, 2022).

Los avances tecnológicos, han permitido el empleo de partículas muy pequeñas (nanopartículas) para la administración de fármacos, esto, con el fin de lograr un transporte dirigido, mejorar la solubilidad acuosa, la biodisponibilidad y también aumentar el tiempo de retención, minimizando así los efectos adversos y tóxicos, además de proteger las moléculas del fármaco de los efectos negativos del entorno biológico. La nanoencapsulación puede proteger y administrar los agentes naturales en su forma estructural natural y dirigirlos a los tejidos específicos del cuerpo, lo que resulta en una mejor respuesta del paciente. Sin embargo, el nanomaterial utilizado debe ser biocompatible y biodegradable para que el material descargado pueda degradarse en metabolitos no tóxicos y eliminarse del cuerpo a través de la circulación. Varios nanomateriales para el tratamiento del

cáncer se encuentran en las etapas preliminares de investigación, y se requieren más estudios *in vivo* para llevarlos a etapas clínicas y posterior uso en pacientes. Recientemente, se han sintetizado nanocristales cargados con camptotecina recubiertos con ácido hialurónico, utilizado para evaluar el efecto citotóxico en varias líneas celulares de cáncer, demostrando que mejora y aumenta la citotoxicidad, la especificidad, la actividad antimigratoria y la actividad antiproliferativa (Naeem, Hu, Yang, Zhang, Liu, Zhu, Zheng, 2022).

Un compuesto de naturaleza química que ha sido estudiado recientemente, es el selenio, el cual ha demostrado un efecto citotóxico selectivo sobre diversas células cancerosas, lo cual hace que este compuesto sea de interés clínico, debido a las cualidades y características que está presentando en estudios básicos y preliminares, siendo un fuerte candidato para utilizarlo como un fármaco anticancerígeno (Varlamova, Turovsky, 2021).

Estas alternativas terapéuticas, pueden llegar a ser opciones muy viables

en los tratamientos contra el cáncer, sin embargo, no están exentas de presentar efectos no deseados, los cuales pueden llegar a ser muy parecidos a los que presentan los tratamientos convencionales, lo cual representa un reto para la ciencia, ya que el objetivo principal de estos tratamientos es la erradicación de las células tumorales y la disminución de los efectos secundarios, evitando los riesgos a los que están expuestos los pacientes por la administración de los quimioterapéuticos actuales (Castañeda, Meléndez, Uribe, Pedroza-Díaz, 2022).

Referencias

Castañeda A., Meléndez C., Uribe D., Pedroza-Díaz J. (2022). Synergistic effects of natural compounds and conventional chemotherapeutic agents: recent insights for the development of cancer treatment strategies. *Heliyon*. 24;8(6); 01-15. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09519.

Fukushi S., Yoshino H., Yoshizawa A., Kashiwakura I. (2016). p53-independent structure-activity relationships of 3-ring mesogenic compounds' activity as cytotoxic effects against human non-small cell lung cancer lines. *BMC Cancer*. 25;

16(521); 01-14. doi: 10.1186/s12885-016-2585-6.

Giordano A., Tommonaro G. (2019). Curcumin and Cáncer. *Nutrients*. 11;(10):2376. doi: 10.3390/nu11102376.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Estadísticas de cáncer, datos nacionales. Consultado el 26 de junio de 2024. https://www.inegi.org.mx/contenidos/salade prensa/aproposito/2024/EAP_CANCER24.pdf

Jiang Y., Pei J., Zheng Y., Miao Y., Duan B., Huang L. (2022). Gallic Acid: A Potential Anti-Cáncer Agent. *Chin J Integr Med*. 28;(7):661-671. doi: 10.1007/s11655-021-3345-2.

Khalil A., Elesawy B.H., Ali T.M., Ahmed O.M. (2021). Bee Venom: From Venom to Drug. *Molecules*. 15;26(16); 01-17. doi: 10.3390/molecules26164941.

Naeem A., Hu P., Yang M., Zhang J., Liu Y., Zhu W., Zheng Q. (2022). Natural Products as Anticancer Agents: Current Status and Future Perspectives. *Molecules*. 30;27(23); 01-64. doi: 10.3390/molecules27238367.

Organización Mundial de la Salud. (2022). Cáncer: 2024. Consultado el 26 de junio de 2024. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer#:~:text=El Cancer es la principal causa de muerte en todo, 21 millones de casos.>

Varlamova E.G., Turovsky E.A. (2021). The main cytotoxic effects of methylseleninic acid on various cancer cells. *International Journal of Molecular Sciences*. 21;22(12); 01-18. doi: 10.3390/ijms22126614.

Yin W., Wang J., Jiang L., Kang Y.J. (2021). Cancer and stem cells. *Experimental Biology and Medicine* (Maywood, N.J.). 246(16); 1791-1801. doi: 10.1177/15353702211005390.



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.

Una batalla co-evolutiva por ser el mejor

A co-evolutionary battle to be the best

Ana María Huerta Olalde y Rafael Salgado Garciglia

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México

Contacto: rafael.salgado@umich.mx

Resumen. La interacción que existe entre las plantas y sus hongos patógenos son un claro ejemplo de una batalla constante entre los sistemas de defensa de las plantas y las estrategias de infección de los hongos. Los hongos invaden las plantas a través de heridas, estomas u otras estructuras, y comienzan a descomponer los tejidos vegetales para alimentarse. Esta invasión activa una respuesta de defensa en la planta, que incluye la producción de compuestos antimicrobianos, la formación de barreras físicas y el refuerzo de las paredes celulares para limitar la propagación del hongo. Sin embargo, muchos hongos fitopatógenos, como *Botrytis cinerea*, tienen mecanismos para evadir o contrarrestar las defensas de las plantas, lo que les permite continuar su infección y reproducción. A medida que el hongo se propaga, puede causar diversos síntomas en la planta, como manchas en las hojas, marchitamiento, podredumbre o deformidades en los frutos. Estos daños no solo afectan la salud de la planta, sino que también pueden reducir la productividad agrícola. La planta, en su lucha por sobrevivir, puede experimentar estrés que la hace más vulnerable a otros patógenos y condiciones adversas.

Palabras clave: Interacción, plantas y hongos, *Botrytis cinerea*

Abstract. The interaction between plants and their fungi is a clear example of a constant battle between plant defense systems and fungal infection strategies. Fungi invade plants through wounds, stomata, or other structures, and begin to decompose plant tissues to feed. This invasion triggers a defense response in the plant, which includes the production of antimicrobial compounds, the formation of physical barriers, and the reinforcement of cell walls to limit the spread of the fungus. However, many phytopathogenic fungi, such as *Botrytis cinerea*, have mechanisms to evade or counteract plant defenses, allowing them to continue their infection and reproduction. As the fungus spreads, it can cause various symptoms in the plant, such as leaf spots, wilting, rot, or fruit deformities. This damage not only affects the health of the plant but can also reduce agricultural productivity. The plant, in its struggle to survive, can experience stress that makes it more vulnerable to other pathogens and adverse conditions.

Key words: interaction, plants and fungi, *Botrytis cinerea*

causar, y las estrategias de hábitos ecológicos, formas de nutrición y especificidad de las interacciones que utilizan para ello.

Un ejemplo de lo complejo de esta batalla y de la versatilidad que presentan los hongos es la enfermedad del “moho gris” ocasionada por el hongo necrótrofo *Botrytis cinerea*. Las pérdidas económicas anuales ocasionadas por este patógeno fácilmente exceden los 10 mil millones de dólares alrededor del mundo (Fillinger y Elad, 2016). Si esto no fuera suficiente, tiene la enorme capacidad de infectar alrededor de 500 especies de plantas entre las que se encuentran la fresa, la zarzamora, el tomate y la coliflor. Además, puede infectar diferentes partes de la planta como los meristemas florales, las hojas, flores, frutos y semillas, y para darle un plus a su complejidad, la enfermedad se hace presente en frutos antes y después de la cosecha (Hua *et al.*, 2018; Saravanukumar *et al.*, 2018).

Además de todas las características antes mencionadas los hongos han desarrollado diversos mecanismos de infección que les permiten funcionar como agentes patógenos. Estos mecanismos incluyen la síntesis y liberación de enzimas que degradan la pared celular de las plantas, la formación de estructuras especializadas de fijación y penetración en las células de su hospedante y la producción de sustancias tóxicas consideradas como las armas especiales del patógeno. Todas estas formas de agresión por parte del patógeno provocan diversas alteraciones al tejido vegetal, como amarillamiento de las hojas, necrosis o marchitamiento, y además le permite al microorganismo manipular la fisiología de la célula hospedera en su beneficio. Entonces, siendo *Botrytis cinerea* y otros hongos fitopatógenos un enemigo tan preparado para atacar

¿Cómo podrían las plantas sobrevivir ante un enemigo tan “poderoso”?

Un arsenal para defenderse

Para una planta, defenderse de un microorganismo fitopatógeno no es una tarea fácil, mucho menos cuando tienes enemigos tan complejos y con un arsenal tan grande para atacar. La

Introducción

Como es bien sabido por todos, las plantas son organismos sésiles, es decir, no pueden moverse y por ende tampoco pueden defenderse como lo hacemos los animales, en la naturaleza las plantas al igual que nosotros, interactúan con un gran número de organismos patógenos, en otras palabras, tienen una enorme cantidad de enemigos, algunos de ellos son pequeños como los hongos, las bacterias, los virus y los oomicetes, y otros son grandes como los insectos, los ácaros, los nemátodos, los moluscos, los pulgones y los gusanos oruga, los cuales, no descansan hasta terminar con ellas.

Sin embargo, como consecuencia de la adaptación evolutiva mutua entre los organismos patógenos y las plantas, estas últimas normalmente permanecen sanas.

Enemigos por siempre

Entre los enemigos naturales de las plantas encontramos al megadiverso grupo de los hongos, considerado por muchos investigadores y productores como el más importante y “poderoso”, pero ¿Qué lo hace tan “poderoso”? Existen alrededor 150 mil especies de hongos. Se considera que más de 8,000 de ellas producen alguna enfermedad en plantas y según datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), cada año se pierde entre el 20 y el 40% de la producción mundial de los principales cultivos por culpa de enfermedades.

A lo anterior se suma su extrema versatilidad para atacar una gran variedad de especies y diferentes órganos vegetales, la diversidad de síntomas y enfermedades que pueden

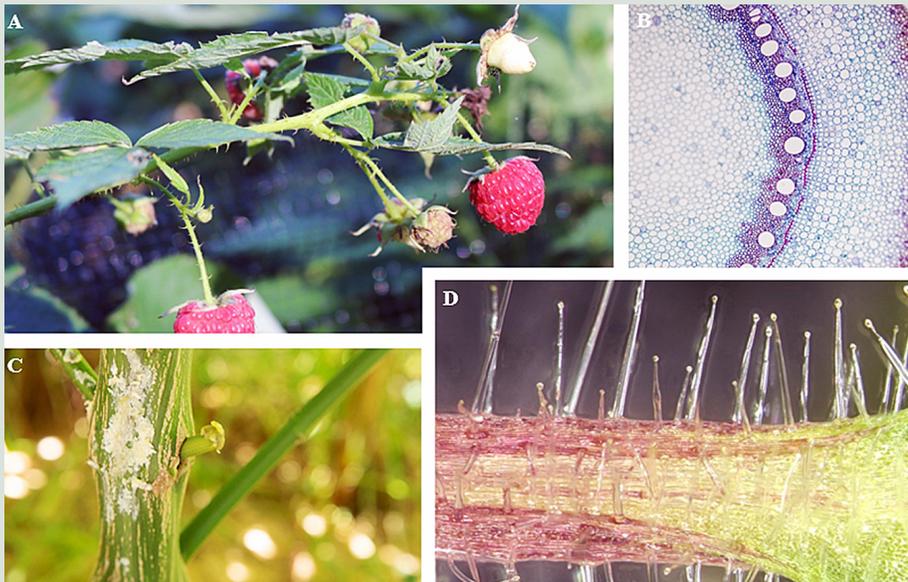


Figura 1. Barreras físicas. A) Espinas: brindan protección contra herbívoros y depredadores; B) Lignina: refuerza la pared celular lo que dificulta la entrada de patógenos; C) Ceras: forman una capa protectora impermeable que impide el ataque de parásitos e insecto, y D) Tricomas: protegen contra el daño causado por los insectos herbívoros principalmente.

defensa implica para la planta un elevado costo energético y nutricional, sin embargo, como respuesta al patógeno las plantas han desarrollado diferentes barreras de defensa que les proporcionan resistencia a la infección frente a los hongos. Hablemos entonces del sistema inmune de las plantas, si como leíste bien, ¡un sistema inmune! Si bien las plantas no presentan un sistema inmune tal como en los animales, estas emplean dos tipos de defensas principales. Primero están las defensas constitutivas, que se encuentran activas todo el tiempo y serían el equivalente al sistema inmune innato de los animales. Después, están las defensas inducidas, que sería el sistema inmune adaptativo y se activan exclusivamente cuando la planta percibe el ataque del patógeno (Laredo *et al.*, 2017; Giménez- Ibáñez, 2021).

Sin ningún tipo de estímulo, las defensas constitutivas también llamadas barreras físicas implican una modificación morfológica y/o estructural, en pared celular, tricomas, espinas, ceras e incluso compuestos químicos repelentes, antinutritivos o toxinas (Figura 1). Por su parte, las defensas inducidas representan un gasto energético para el organismo que podría ser empleado para el crecimiento o la reproducción; por lo tanto, sólo son activadas en casos muy específicos, como el ataque de patógenos (Morales-Santos y Sánchez- Hernández, 2022).

La lucha entre las plantas y sus patógenos es un proceso complejo; es una batalla a muerte por ser el mejor, mientras que las plantas sintetizan sustancias protectoras como parte de sus mecanismos de defensa, los hongos producen enzimas que metabolizan y contrarrestan las defensas químicas de la planta. Siguiendo el caso antes mencionado de *Botrytis cinerea*, se sabe que este hongo produce enzimas poligalacturonasas cuya función principal es degradar la pared celular vegetal, por su parte la planta produce proteínas inhibitoras de poligalacturonasas (PIPG) que como bien lo dice su nombre inhibe las enzimas producidas por el patógeno. Así como esta interacción se podría enlistar una infinidad de enfermedades que pueden causar la muerte incluso de todas las cosechas.3

Como podemos darnos cuenta, la batalla por ser el mejor es un proceso largo y complejo, que implica que ambos contendientes utilicen sus mejores armas para ganar la batalla, es una lucha coevolutiva donde por cada arma nueva que utilice el hongo la planta responderá con una mejor, por lo tanto, la batalla de dominancia coevolutiva es una historia que continuará.

Conclusión

La interacción que existe entre plantas y hongos patógenos es un

proceso complejo que tiene importantes implicaciones en la salud de las plantas y en la productividad agrícola. Los hongos patógenos invaden las plantas, afectando sus tejidos y alterando su funcionamiento, lo que puede resultar en enfermedades que disminuyen su crecimiento, rendimiento y, en algunos casos, conducen a la muerte de la planta. Aunque las plantas poseen mecanismos de defensa para contrarrestar estas infecciones, la constante evolución de los hongos patógenos y la presión ambiental pueden superar estas defensas. Esta relación nos muestra la importancia de estudiar los mecanismos de resistencia en las plantas y el desarrollo de estrategias para mitigar los efectos de las enfermedades fúngicas, como el uso de fungicidas, prácticas agrícolas sostenibles y por supuesto el mejoramiento genético de cultivos. En conclusión, aunque los hongos patógenos representan una amenaza significativa, entender su interacción con las plantas es clave para proteger los ecosistemas y la agricultura.

Referencias

- Giménez- Ibáñez, S. (2021). Designing disease-resistant crops: From basic knowledge to biotechnology. *Metode Science Studies Journal*, 11, 47-53. <https://doi.org/10.7203/metode.11.15496>.
- Morales- Santos, T. M. y Sánchez- Hernández, H. (2022). Mecanismos Inmunológicos en las plantas. *Ciencia*, 73 (4), 79-79. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_4/#p=75
- Laredo, E., J. L. Martínez, L. Guillén y D. Hernández (2017). Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3):673-683. 10.29312/remexca.v8i3.40
- Fillinger, S. y Elad, Y. (2016). *Botrytis-the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems*. Pub. Springer, New York. 10.1007/978-3-319-23371-0
- Hua, L., Yong, C., Zhanquan, Z., Boqiang, L., Guozheng, Q., y Shiping, T. (2018). Pathogenic mechanisms and control strategies of *Botrytis cinerea* causing post-harvest decay in fruits and vegetables. *Food Quality and Safety*, 2(3), 111-119. doi:10.1093/fqsafe/fyy016.
- Saravanukumar, K., Lu, Z., Xia, H., Wang, M., Sun, J., Wang, S., y Chen, J. (2018). Triggering the biocontrol of *Botrytis cinerea* by *Trichoderma harzianum* through inhibition of pathogenicity and virulence related proteins. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 5(2). 571- 279. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2018e A214>

Las células, los céulos, les células.

El sexo sí importa en la investigación farmacológica

Cells. Sex does matter in drug research

Luis Mauricio Rodríguez Salazar¹ y Blanca Estela Gutiérrez Barba²

Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales. Instituto Politécnico Nacional (IPN). 2. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (IPN). CDMX, México.

Contacto: bgutierrezb@ipn.mx

Resumen. Ante los retos éticos que implica la investigación con vertebrados, se ha propuesto el uso de invertebrados parásitos y moscas como modelos alternativos. Sin embargo, esta elección puede implicar una negación de los derechos de estos animales y, al omitir la mención del sexo, se pierde de vista una complejidad que, en muchos casos, supera la del sexo en ratas. En estas especies, además de la definición cromosómica, el sexo está influenciado por factores ambientales. La formación de investigadoras e investigadores debe incluir una perspectiva de equidad de género y sexo, reconociendo las diferencias incluso a nivel celular. Aun dentro del modelo binario, existen múltiples diferencias entre hombres y mujeres, como la densidad y expresión de receptores celulares de progesterona o la menor concentración de ciertas enzimas en uno u otro sexo. No obstante, muchas investigaciones siguen realizándose casi exclusivamente con hombres como sujetos de estudio. Mientras no comprendamos completamente la biología del sexo humano, tanto en modelos de laboratorio como en líneas celulares, la variable “sexo” debería ser incluida en todos los estudios, conforme a los lineamientos SAGER (Sex and Gender Equity in Research). Estos lineamientos proponen que en biología celular, molecular y bioquímica se establezca el sexo cromosómico de la muestra. Sin embargo, nada se dice sobre el sexo determinado ambientalmente en diversas especies animales. Incluir sistemáticamente la variable sexo enriquecería nuestro conocimiento sobre las diferencias y semejanzas biológicas, contribuyendo a reducir las disparidades en los tratamientos médicos. Paradójicamente, un tratamiento puede ser desigual precisamente cuando se aplica de forma igualitaria, sin considerar las diferencias individuales, como es el caso del sexo.

Palabras clave. equidad de género, guía SAGER, sexo determinado ambientalmente

Abstract. Given the ethical challenges involved in vertebrate research, the use of parasitic invertebrates and flies has been proposed as alternative models. However, this choice may imply a denial of the rights of these animals, and by omitting mention of sex, it loses sight of a complexity that, in many cases, exceeds that of sex in rats. In these species, in addition to chromosomal definition, sex is influenced by environmental factors. The training of researchers must include a gender and sex equity perspective, recognizing differences even at the cellular level. Even within the binary model, there are multiple differences between men and women, such as the density and expression of cellular progesterone receptors or the lower concentration of certain enzymes in one sex or the other. However, much research continues to be conducted almost exclusively with men as subjects. Until we fully understand the biology of human sex, both in laboratory models and cell lines, the variable “sex” should be included in all studies, in accordance with the SAGER (Sex and Gender Equity in Research) guidelines. These guidelines propose that cellular, molecular, and biochemical biology establish the chromosomal sex of the sample. However, nothing is said about environmentally determined sex in various animal species. Systematically including the variable sex would enrich our knowledge of biological differences and similarities, helping to reduce disparities in medical treatment. Paradoxically, a treatment can be unequal precisely when it is applied equally, without considering individual differences, as is the case with sex.

Keywords. gender equity, SAGER guidelines, environmentally determined sex

se invisibilizan sus características biológicas. Además, la omisión del sexo como variable experimental desdibuja su importancia incluso a nivel celular.

Dunn et al. (2023) han denunciado la ausencia de lineamientos autorales con perspectiva de género inclusivo en la literatura científica, en especial en lo que respecta a la representación de identidades transgénero y de género expandido. A esto se suma la escasa atención que se presta en la formación de investigadores e investigadoras en ciencias médico-biológicas sobre la importancia de respetar el derecho de las personas cis, no cis y LGBTQ+ a ser reconocidas en sus diferencias biológicas, que pueden manifestarse desde el nivel molecular y celular.

2. Las células, los céulos y les células. El sexo sí importa

Se ha demostrado que en modelos experimentales con orientación hacia individuos del mismo sexo existe una sobreexpresión de receptores androgénicos tanto en el cerebro como en el cuerpo (Fernández-Guasti et al., 2022). Asimismo, se han documentado diferencias significativas entre mujeres y hombres en diversos aspectos biológicos: las mujeres presentan una mayor cantidad de neuronas con receptores de progesterona (Yardimci et al., 2023), una menor concentración de la enzima alcohol deshidrogenasa (Maher et al., 2023), y son más susceptibles a los efectos físicos y mentales de drogas como la cocaína (Zakiniaiez & Potenza, 2018). Estas diferencias subrayan la

1. Introducción

Ante los retos éticos que implica la investigación con vertebrados, Lee et al. (2022) proponen el uso de invertebrados parásitos y moscas como modelos experimentales. Por su parte, Ortiz-

Ávila y García Berúmen (2024) sugieren como alternativa el uso de cultivos celulares, los cuales no vulneran los derechos de los animales. Sin embargo, estas alternativas también implican cuestionamientos éticos, ya que al no reconocer a estos organismos como sujetos de derecho,

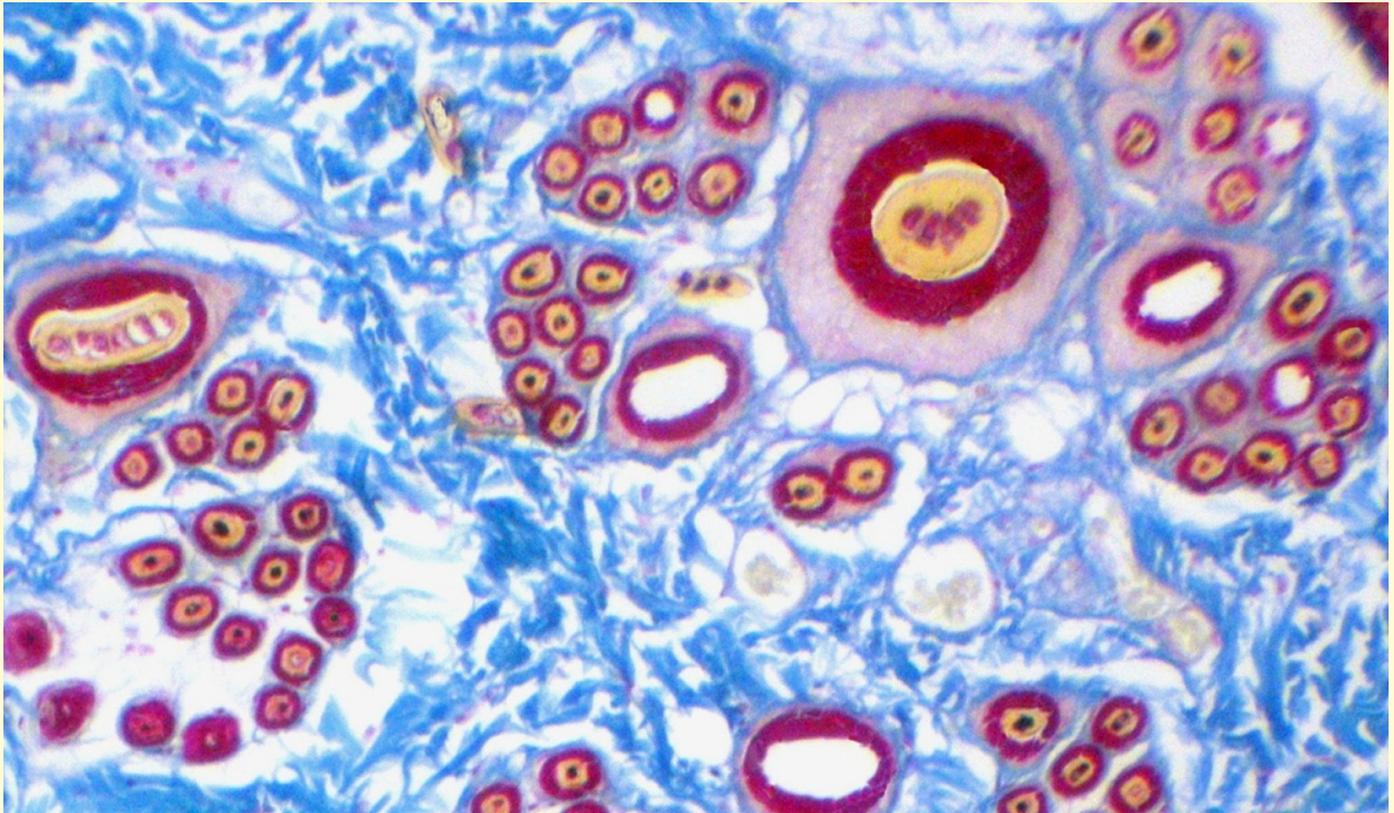


Figura 1. Células somáticas (epitelio de conejo) teñidas con la técnica tricrómica de Cajal. Tomada de Tomada del acervo del laboratorio de apoyo a histología y biología FES-Cuautitlán, UNAM, con autorización de Luis Mauricio Rodríguez Salazar.

importancia de considerar el sexo como una variable biológica fundamental en los estudios biomédicos.

Después de la inducción de muerte cerebral, se ha observado que los riñones de ratas macho presentan un proceso de apoptosis más intenso y mayor necrosis en comparación con las hembras. Estos efectos están relacionados con cambios a nivel celular, particularmente en el citoesqueleto y en las mitocondrias, las cuales experimentan alteraciones en su permeabilidad (Armstrong-Jr. et al., 2023). De manera similar, Shen et al. (2023) reportaron diferencias en la función mitocondrial de la amígdala y el colon entre machos y hembras tratados con jengibre. Por su parte, Green-Fulgham et al. (2024) demostraron que, ante daño inducido por constricción crónica experimental, las hembras presentan niveles más altos de ARNm que los machos, lo que refleja una respuesta diferencial a nivel molecular entre los sexos, no obstante,

muchas de las investigaciones histológicas no consideran dichas diferencias en las tinciones más comunes como la tricrómica de Cajal e células somáticas como se muestra en la figura 1 y solamente se hace el señalamiento del sexo de las células en los gametos o células reproductivas (figura 2)

Por otro lado, se ha observado que, en ratas, las células neuronales responden de manera diferencial a la genisteína según el sexo, lo que sugiere una sensibilidad específica a nivel molecular en machos y hembras (Fernández-García et al., 2023). En la misma línea, se ha documentado que el daño cerebral traumático genera cambios celulares y moleculares asociados al edema, caracterizado por un aumento en el contenido de agua en el tejido cerebral de los machos, efecto que no se presenta en las hembras (Minchew et al., 2022). Asimismo, Johnson et al. (2022) reportaron que la vasodilatación de las arteriolas en el hipocampo se produce

en machos sometidos a estrés neuroendocrino, mientras que este fenómeno no ocurre en las hembras, lo cual pone de manifiesto respuestas fisiológicas diferenciadas entre los sexos ante el estrés.

Las células del hipotálamo en mujeres muestran una menor susceptibilidad a la supresión de la expresión génica inducida por dietas ricas en grasas, en comparación con los hombres (Minabe et al., 2021).

Mientras no se comprenda plenamente la biología del sexo en seres humanos, en modelos de laboratorio, en especies animales alternativas y en líneas celulares cultivadas, es indispensable incluir la variable "sexo" en todos los estudios. Desde 2016, los lineamientos SAGER (Sex and Gender Equity in Research) promueven la inclusión del sexo y el género en la investigación científica, especialmente en áreas como la biología celular, molecular y bioquímica, recomendando que se

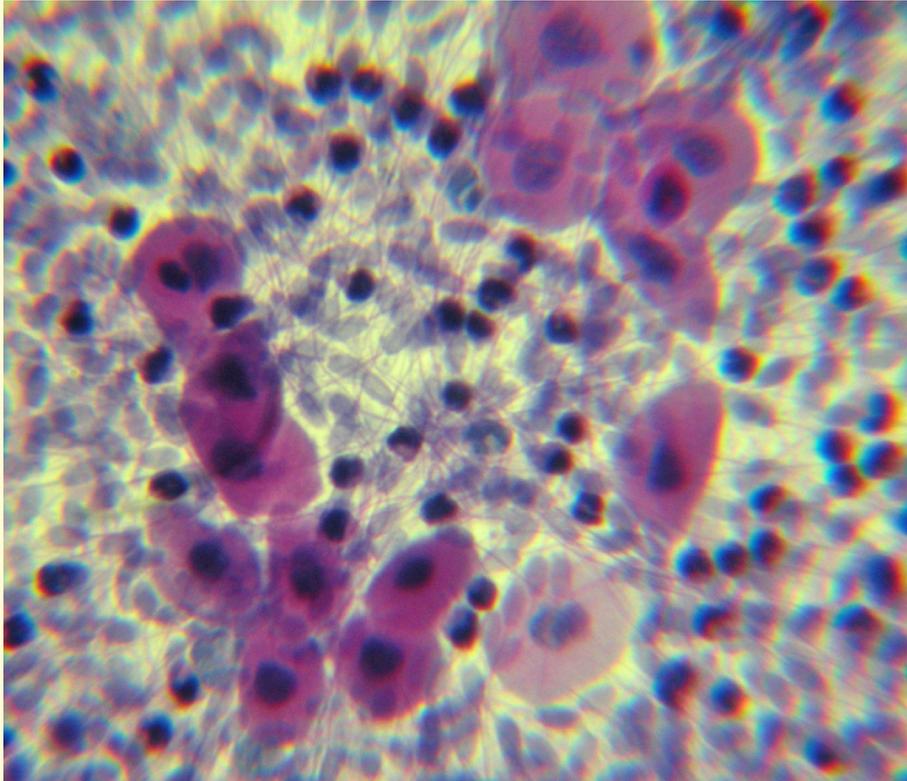


Figura 2. El sexo en los estudios histológicos y celulares solo es tomado en cuenta en gametos o células reproductivas como este frotis de eyaculado de ovino. Tomada del acervo del laboratorio de apoyo a histología y biología FES-Cuautitlán, UNAM, con autorización de Luis Mauricio Rodríguez Salazar.

especifique el sexo cromosómico de las muestras utilizadas. Sin embargo, estos lineamientos no abordan el caso de especies animales cuyo sexo es determinado por factores ambientales, lo que representa una omisión relevante.

El conocimiento profundo de las diferencias y semejanzas asociadas al sexo permitiría reducir las disparidades en los tratamientos médicos y sus resultados (Zakinaeiz & Potenza, 2018). Paradójicamente, un tratamiento puede ser desigual precisamente cuando se aplica de forma idéntica, sin considerar las diferencias individuales, como es el caso del sexo.

Agradecimientos

Este artículo se deriva del proyecto SIP20241419 “las cuestiones de género en las organizaciones” y del proyecto SECTEI 3234c24 “Efectos de los analgésicos no opioides en la salud y el ambiente”

Referencias

Armstrong-Jr., R., Yamamoto, Ricardo-da-Silva, F.Y., Vidal-dos-Santos, M., Ferreira da Anunciacao, L., Ottens, P.J., Correia, C.J., Pinho Moreira, L. F., Derk Leuvenink, H.G. & Breithaupt-Faloppa, A.C. (2023) Comparison of acute kidney injury following brain death between male and female rats. *Clinics* 78: 100222. <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2023.100222>

Dunn, M.C. Rosenfeld, E.B., Ananth, C.V., Hutchinson-Colas, J., Brandt, J.S. (2023). Gender-inclusive research instructions in author submission guidelines: results of a cross-sectional study of obstetrics and gynecology journals. *American Journal of Obstetrics and Gynecology MFM* 5:100911, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajogmf.2023.100911>

Fernández-Guasti, A., Gómez Quintanar, b., Reyes, R., Hernández, A., Chavira, R. & Roselli, C.E. (2022). Androgen receptors immunoreactivity in the rat brain of males with same-sex preference. *Hormones and Behavior* 146: 105279, <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2022.105279>

Fernandez-Garcia, J.M., Carrillo, B., Tezanos, P., Pinos, H. & Collado, P. (2023). Genistein early in life modifies the arcuate nucleus of the hypothalamus morphology differentially in male and female rats. *Molecular and Cellular Endocrinology* 570:111933. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2023.111933>

Green-Fulgham, S.M., Ball, J.B., Kwilas, A.J., Harland, M.E., Frank, M.G., Dragavon, J.M., Grace, P.M. & Watkins, L.R. (2024). Interleukin-1beta and inflammasome expression in spinal cord following

chronic constriction injury in male and female rats, *Brain Behavior and Immunity*. 115: 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2023.10.004>

Johnson, A.C. Uhlig, F., Einwag, Z., Cataldo, N. & Erdos, B. (2022). The neuroendocrine stress response impairs hippocampal vascular function and memory in male and female rats, *Neurobiology of Disease* 168:105707. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2022.105717>

Kutash, L.A., Moschonas, E.H., O'Neil, D.A., Craine, T.J., Iouchmanov, A. L., Sunleaf, C.R., Nicholas, M.A., Grobengieser, K. O., Patel, A. K., Toader, M., Ranellone, T.S., Rennelfeldt, P.L., Cheng, J.P., Race, N.S., Kline, A.E., & Bondi, C.O. (2023). Sustained attention performance deficits in the three-choice serial reaction time task in male and female rats after experimental brain trauma. *Brain research* 1808: 148336, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2023.148336>

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>

Maher, E.E., White, A.M., Craig, A., Khatri, S., Kendrick, P.T., Matocha, M. E., Bondy, E.O., Pallem, N., Breakfield, G., Botkins, M., Sweatt, O., Griffin, W.C., Kaplan, B., Weafer, J.J., Beckmann, J.S. & Gipson, C.D. (2023). Synthetic contraceptive hormones occlude the ability of nicotine to reduce ethanol consumption in ovary-intact female rats. *Drug and Alcohol Dependence* 252: 110983, <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2023.110983>

Minabe, S., Iwata, K., Tsuchida, H., Tsukamura, H. & Ozawa, H. (2021). Effect of diet-induced obesity on kisspeptin-neurokinin B-dynorphin A neurons in the arcuate nucleus and luteinizing hormone secretion in sex hormone-primed male and female rats. *Peptides* 142: 170546. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2021.170546>

Minchew, H.M., Ferren, S.L., Christian, S.K., Hu, J., Keselman, P. Brooks, W.M. Andrews, B.T. & Harris, J.L. (2022). Comparing imaging biomarkers of cerebral edema after TBI in young adult male and female rats. *Brain research* 1789:147945, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2022.147945>

Ortiz-Avila, O. & García Berumen, C.I. (2024). Modelos animales: Una necesidad en la investigación científica. *Milenaria Ciencia y Arte* 14:24.

Shen, C.-L., Santos, J., Driver, Z., Bhakta, V., Presto, P., Wang, R., Deshmukh, H., Kiritoshi, T., Yakhnitsa, V., Antenucci, N., Guangchen, J., Neugebauer, V. (2023). Ginger Differentially Mitigates Neuroinflammation and Improves Mitochondrial Function in Male and Female Rats With Neuropathic Pain: Gut-Brain Axis. *Current Development in Nutrition* 7 Supp 1: 10058, <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2023.100582>

Yardimci, A., Ertugrul, N.U., Ozgen, A., Ozbeg, G., Ozdede, M.R., Ercan, E.C. & Canpolat, S. (2023). Effects of chronic irisin treatment on brain monoamine levels in the hypothalamic and subcortical nuclei of adult male and female rats: An HPLC-ECD study. *Neuroscience Letters* 806:137245, <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2023.137245>

Zakinaeiz, Y. & Potenza, M.N. (2018). Gender-related differences in addiction: a review of human studies. *Current Opinion of Behavioral Sciences* 23: 171-175. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.08.004>

1.- Los partidos políticos y su no reconocimiento

Desde la fundación de los partidos políticos modernos, la forma por excelencia en que los ciudadanos empezaron a acceder al poder fue por medio de dichas instituciones políticas, que en los hechos se convirtieron en máquinas para acceder a los cargos de elección popular.

Pero hubo un antes de los partidos políticos, mismo que en palabras del politólogo francés Duverger (2012), fueron los grupos parlamentarios, que se formaban por diputados que llegaban a los parlamentos, vía clubs. Movimientos creados en torno a su persona, sin la pretensión de una permanencia más allá del triunfo del candidato.

Una vez en el parlamento, los diputados con afinidades ideológicas se agrupaban en torno con otros legisladores con los cuales se identificaban por su simpatía y no por la monarquía, sino por sus ideologías liberales o conservadoras, por su intención de ampliar el voto a los obreros o limitarlos, entre otras diferencias.

Según Duverger (2012), la forma en que aparecen los partidos es “simple: creación de grupos parlamentarios, en primer lugar; en segundo lugar, aparición de comités electorales; y, finalmente, establecimiento de una relación permanente entre estos dos elementos”.

Sin embargo, la ruta que siguieron los partidos para ganar un espacio en la sociedad no fue fácil, pues durante mucho tiempo se les vio como elementos nocivos para un adecuado funcionamiento social; tan fue así, que mucho tiempo se les negó su reconocimiento legal y no faltó sociedad donde incluso se les persiguió.

En parte, el rechazo inicial al reconocimiento de las agrupaciones políticas se debió al imperio de la idea de que los estados eran monolíticos, que todos sus habitantes eran iguales en lo que tenía que ver con su idioma, ideología, religión, costumbres y que lo que hacían los partidos era eso, tal y como su nombre lo indica, partir, dividir, lo que de forma utópica se pensaba que era un todo unificado.

año 14, No. 25 enero-junio del 2025

Hacia una tipología de las candidaturas independientes

Towards a typology of independent candidacies

Héctor Chávez Gutiérrez

División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.

Contacto: hector.chavez@umich.mx

Resumen. El presente trabajo hace una breve exposición de cómo México transitó desde su independencia a un sistema político, en el cual no se permitían los partidos políticos, a otro donde desde inicios del siglo XX este tipo de organizaciones políticas se fueron haciendo del monopolio para ocupar cargos de elección popular. De la misma forma, desde fines del siglo XX y los primeros años del XXI, se hicieron esfuerzos por hacer resurgir las candidaturas independientes, hasta que finalmente se reconocieron en el marco jurídico mexicano. Se concluye con una propuesta de tipología de las llamadas candidaturas independientes.

Palabras clave: Partidos políticos, candidaturas independientes, sistema político.

Abstract. This paper offers a brief overview of Mexico's political evolution from its independence through the establishment of a system in which political parties were initially prohibited, to one where, by the early 20th century, these organizations had secured a monopoly over elected positions. It also examines the efforts that began in the late 20th and early 21st centuries to revive independent candidacies, culminating in their formal recognition within the Mexican legal framework. The study concludes with a proposed typology of the so-called independent candidacies

Keywords: Political parties, independent candidacies, political system.

Por qué hacemos énfasis en el tema de los partidos, tiene que ver con el hecho de que en la mayor parte de los países del llamado mundo occidental, los partidos políticos fueron convirtiéndose en la vía de acceso a los cargos de elección popular, específicamente en la conformación de los poderes ejecutivo y legislativo, cuyos miembros pasaron a ser electos mediante votos.

Durante buena parte de la historia de México, la nota fue la negativa a aceptar la participación de partidos políticos en la vida pública; lo anterior, al menos para los primeros años de la vida independiente del país, ha sido documentado por el historiador francés Costeloe (1975) en su libro: *La primera república federal de México 1824-1835*, donde el autor, haciendo una rica revisión de material hemerográfico, nos muestra como en los primeros años de vida independiente, ante la negativa de permitir la participación para cargos de elección popular por la vía de los partidos, lo que se estiló era la postulación sin agrupaciones. Sin

embargo, eso en los hechos estuvo alejado de la realidad.

Detrás de lo que podía considerarse candidatos sin agrupaciones (la noción de candidato independiente no corresponde a dicho periodo), se encontraban las logias masónicas, que divididas por su visión en torno a como se debía conformar el nuevo estado recién independizado, apoyaban a sus aspirantes a la presidencia, gubernaturas, así como senadurías y diputaciones.

El negarse a aceptar los partidos, era porque se tenía una noción de que la sociedad era un todo, donde todos los ciudadanos debían estar unidos por un sentimiento de identidad y los partidos hacían precisamente lo contrario: partir.

En general esa fue la tónica sobre la que giró México durante el siglo XIX y parte del XX; un país donde las organizaciones políticas, por demás volátiles y nada institucionalizadas, eran creadas para dar una base a un caudillo o un candidato para ganar una posición

Milenaria, Ciencia y Arte 69



Figura 1. Ciudadano ejerciendo el voto
Elaboración del autor mediante inteligencia artificial

y una vez concretado esto, se desvanecían.

2.- La legalización de los partidos y la eliminación de las candidaturas independientes

Para las primeras décadas del siglo XX vamos a ver la aparición de partidos más en forma, gracias en parte a que en el año 1918 se contara por primera vez con un marco legal, pero no constitucional, de este tipo de agrupaciones políticas (Corona 2016, p. 29).

Sin duda, en esos primeros años de existencia de los partidos políticos en México, su mejor manifestación fue el Partido Nacional Revolucionario (PNR), creado por Plutarco Elías Calles que, después pasó a ser con el General Lázaro Cárdenas, el Partido Revolucionario Mexicano (PRM), para

finalmente adquirir el nombre de Partido Revolucionario Institucional (PRI); pero a la par que los partidos políticos fueron tomando carta de naturalización en México, se dio el retroceso de los candidatos sin partido, pues finalmente estos monopolizaron las vías para acceder al poder.

Si bien, los partidos desplazaron a los ciudadanos, la Constitución no les dio reconocimiento, pues en la Carta Magna no se mencionaba su existencia. Este silencio se vio interrumpido cuando en 1963, una reforma al sistema electoral creó la figura de los “diputados de partido”, donde si bien no definían lo que era un partido, sí se mencionaba sobre ellos, con lo cual se considera que, dentro del marco constitucional mexicano, se dio un reconocimiento indirecto (Sánchez-Maldonado, 2022).

Con la reforma electoral elaborada

en los primeros años del gobierno del presidente José López Portillo (1976-1982), se dio el reconocimiento constitucional a los partidos y no sólo eso, sino que se dieron facilidades para su registro, dando financiamiento público, entre otras prerrogativas.

3.- El resurgimiento de las candidaturas independientes.

Y a todo esto, ¿qué pasaba con los candidatos sin partido, tan naturales en el siglo XIX y que ahora en el siglo XX se les empezaría a llamar como independientes, por la aspiración de algunos aspirantes a candidatos de participar sin partido?

Habiendo logrado entrar en la política mexicana, los partidos políticos se hicieron del monopolio del acceso a los cargos de representación popular, impidiendo que cualquier persona que aspirara a un cargo de elección, lo tuviera que hacer a través de los partidos.

Un parteaguas en lo relacionado con impulsar las candidaturas independientes fue la resolución que el 6 de agosto de 2008 dio la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte Interamericana de Derechos Humanos, 2008), a la demanda hecha por Jorge Castañeda Gutman, contra el Estado Mexicano, por negarle la posibilidad de ser candidato independiente; sobre esa base, la sentencia mandató a México a adecuar su marco jurídico para permitir esta modalidad de candidatura.

Atendiendo la sentencia dictada, México procedió a acatarla e hizo las reformas correspondientes, de esta forma el monopolio de las candidaturas a cargos de elección popular llegó a su fin de forma constitucional, el 10 de febrero del 2014, con otras reformas, entre ellas la de paridad de género, se incluyeron las candidaturas independientes, señalando los requisitos para su registro, su financiamiento, fiscalización y acceso a los medios de comunicación (Vidal, 2019).

4.- Propuesta de una tipología de las candidaturas independientes.

Ya con un reconocimiento legal, las candidaturas independientes

funcionaron por primera ocasión a nivel nacional, en las elecciones federales del 2015; desde esa primera ocasión, han vuelto a aplicarse en los comicios a nivel nacional del 2018, 2021 y 2024, además de las numerosas elecciones locales que en esos mismos años han tenido lugar en las 32 entidades federativas del país.

Desde ese momento las candidaturas independientes se han establecido en México y es con base a reflexiones generadas a través de los resultados que se han venido dando estos años y elaborado de forma provisional a reserva de ir agregando más elementos, que hacemos una propuesta inicial para clasificarlas, bajo la siguiente tipología:

Candidatura de coyuntura: que sería aquella donde el candidato tiene una carrera dentro de algún partido y que por diferentes motivos (choques con la cúpula partidista, negativa de darle la candidatura), decide postularse por fuera del partido, pero al mismo tiempo se lleva parte de la estructura de este. No se trata de un candidato novel, sino que ya tiene experiencia previa, es la más usual. Ejemplo de esta, sería el caso de Alfonso Martínez, quien, en su primera ocasión como presidente municipal de Morelia, ganó por esta vía, habiendo renunciado poco antes a su militancia en el Partido Acción Nacional (PAN)

Candidatura natural: es en la cual, una persona sin participación política a través de partidos políticos es postulado. En este caso no se es parte de la elite de partido alguno, sino que se trata de una persona con liderazgo social, que, por lo mismo, es impulsado a participar sin respaldo de un partido, ya sea por desconfianza a éstos o, bien, por tener éstos los espacios copados por gentes con trayectoria dentro de los mismos. En este caso la experiencia más característica ha sido Pedro Kumamoto, quien llegó a ser diputado local en Jalisco, sin haber participado antes en alguna agrupación partidista.

Conclusiones:

Recién independizado México, se negó la existencia a los partidos políticos, pues se consideraba que éstos afectaban la unidad de la sociedad; si bien, existieron de forma secreta en la figura de las logias masónicas y este

escenario se mantuvo durante el siglo XIX y principios del XX.

Las candidaturas independientes se eliminaron desde los años 20 del siglo XX, se fue consolidando un régimen de partidos políticos, pues se pensaba que la mejor forma de canalizar las inquietudes ciudadanas era a través de estos.

A partir de una sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos en el año 2008, el Estado mexicano se vio obligado a modificar su marco jurídico y abrir paso nuevamente a las candidaturas ciudadanas o independientes. Desde entonces, ambas formas de participación política coexisten.

Hemos presentado una propuesta de tipificación de candidaturas ciudadanas, que obedece a la militancia previa o no, del candidato a cargo de elección popular, pues consideramos que muchas ocasiones este modelo no representa a candidatos netamente emanados de la ciudadanía, sino que se han convertido en la vía de poder participar en una campaña para personas que en sus

partidos no se han visto favorecidos con una candidatura.

Referencias

Corona, L. (2016). Historia del marco jurídico de los partidos políticos en México. *Misión Jurídica. Revista de Derecho y Ciencias Sociales*, (10). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645571>

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2008). Caso Castañeda Gutman vs. Estados Unidos Mexicanos. Sentencia de 6 de agosto de 2008. https://corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/serie_184_esp.pdf

Costeloe, M. (1975). La primera república federal de México 1824-1835. Un estudio de los partidos políticos en el México independiente. Fondo de Cultura Económica.

Duverger, M. (2012). Los partidos políticos (22ª ed.). Fondo de Cultura Económica.

Vidal, F. (2019). La fortaleza de las candidaturas independientes y sus oportunidades de competencia frente a los partidos políticos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 64. <https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2019.235.61729>

Sánchez-Maldonado, C. (2022). Oposición política, movimientos sociales y apertura controlada: la reforma electoral de 1963 en México. *Revista Historia Autónoma*, 20. <https://doi.org/10.15366/rha2022.20.005>



Figura 2. Publicidad de un candidato independiente, sin logos de partidos. Elaboración del autor mediante inteligencia artificial

TRES PREGUNTAS ACERCA DEL GOLFO DE MÉXICO

THREE QUESTIONS ABOUT THE GULF OF MEXICO

Rosenda Aguilar Aguilar¹ y Salvador García Espinosa²

Facultad de Biología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).
2. Facultad de Arquitectura UMSNH, Morelia, Mich., México.

Contacto: salgaes1@gmail.com

Resumen. En el discurso inaugural que realizó Donald Trump como presidente de los Estados Unidos de América, a principios del 2025, anunció la firma de una orden ejecutiva por la que el Golfo de México pasaría a llamarse Golfo de América. La simple propuesta generó una serie de opiniones y preocupaciones de muy diversa índole, desde quien lo calificó como un sinsentido, hasta quienes consideraron amenazado el territorio marítimo de México. En este marco, el objetivo del presente artículo es clarificar aspectos fundamentales respecto de la delimitación de los mares como parte integral del territorio del país.

Palabras clave: Golfo de México, Golfo de América, Trump

Abstract. In the inaugural speech delivered by Donald Trump as President of the United States of America in early 2025, he announced the signing of an executive order by which the Gulf of Mexico would be renamed the Gulf of America. The mere proposal sparked a wide range of opinions and concerns, from those who labeled it nonsensical to those who saw it as a threat to Mexico's maritime territory. Within this context, the aim of the present article is to clarify key aspects regarding the delimitation of seas as an integral part of a country's territory.

Key words: Gulf of Mexico, Gulf of America, Trump

1. ¿A quién pertenecen los océanos?

Los océanos son un continuo de agua salada que cubre la Tierra en un volumen aproximado de 1,340 millones de km³ ocupando un 68% del área total del planeta (Ambrose et al., 2020). Cada una de las cinco principales cuencas oceánicas (Atlántica, Índica, Pacífica, Ártica y del Sur) corresponden a depresiones profundas que alojan múltiples recursos y diversos ecosistemas, los cuáles han sido empleados por el ser humano desde los primeros tiempos.

En la Edad Antigua y en la Edad Media los usos de mar correspondieron a la extracción costera superficial y al desplazamiento sobre la superficie en embarcaciones diversas. En aquel momento, el uso continuo del mar no generaba propiedad alguna y se consideraba una especie de bien público; es decir, se siguió el principio de ser un bien común a toda la humanidad (Ferrero Rebagliati, 1962).

Sin embargo, el sentido de protección de un país sumado a la ambición de controlar espacios marítimos, resultaron en impulsar la idea de la apropiación de los océanos y de los recursos naturales inherentes. Así, de la misma manera en que se desarrolló la apropiación geopolítica mundial en espacios terrestres, también se buscó el establecimiento de delimitaciones jurídico-geográfica en las aguas marinas.

La formalización internacional se logró a través de diversas Convenciones de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar en 1958, 1960 y 1982. Gracias a esta última (identificada hoy como CONVEMAR) se consiguió una parcelación acuática donde la propiedad la ejerce el país adyacente a ese espacio. Es decir, para los países con costa se establecieron límites inmateriales sobre los mares aledaños aceptando con ello la propiedad y soberanía (Frías, 1981).

Puede decirse que, a partir del resolutivo de 1982, la porción marina que

le corresponde a cada país puede definirse como un espacio geográfico de su propiedad que se conformará de la siguiente manera a partir de una línea base continental: las aguas interiores, el mar territorial, la zona contigua, la zona económica exclusiva (ZEE) y, si lo hubiera, la plataforma continental extendida (Figura 1). Después de ello se encuentran las aguas internacionales o alta mar, en las cuáles hay libertad de navegación, sobrevuelo, tendido de cables, colocación de tuberías submarinas, investigación, pesca y colocación de islas artificiales, tanto para estados con litoral o sin él (Convemar, 1982).

Como resultado de esa repartición, y gracias a sus 11,592.77 kilómetros de litoral, México se vio beneficiado con 3.1 millones de km² de territorio marino. Se trata de 200 millas náuticas de distancia hacia el interior de todo el mar que le rodea. Es muy relevante destacar que, debido a lo anterior, el 62 % del territorio mexicano es oceánico (INEGI, 2021).

De forma particular, la ZEE mexicana puede dividirse en la franja Pacífica y la Atlántica; la primera es la más grande ya que posee 2'320,380 km² de extensión mientras que la ZEE del Golfo-Caribe tiene una superficie de 829,540 km² (Simar, 2025). De esta última cantidad, el Golfo de México participa con 740,475 km² y constituye el 89% de toda la ZEE Atlántica mexicana.

2. ¿A quién pertenece el Golfo de México?

El Golfo de México es un mar cuya superficie pareciera ser un nicho donde se prolonga el Océano Atlántico al pasar entre penínsulas e islas. No obstante, lo que está bajo la superficie resulta no ser solo una prolongación de agua, sino una cuenca cuyas orillas se extienden con plataformas continentales hasta aproximadamente 200 m de profundidad y las cuáles, a su vez, rodean a una fosa submarina conocida como Sigsbee (Figura 2). Su superficie se calcula en 1'553,288 km², su profundidad media en 1,615 m y su volumen en 2'434,000 km³ (Eugene Turner y Rabalais, 2019; Simar, 2025).

De acuerdo con lo establecido por la CONVEMAR, su parcelación fue consignada a tres países: México (con los litorales de los estados de Tamaulipas,

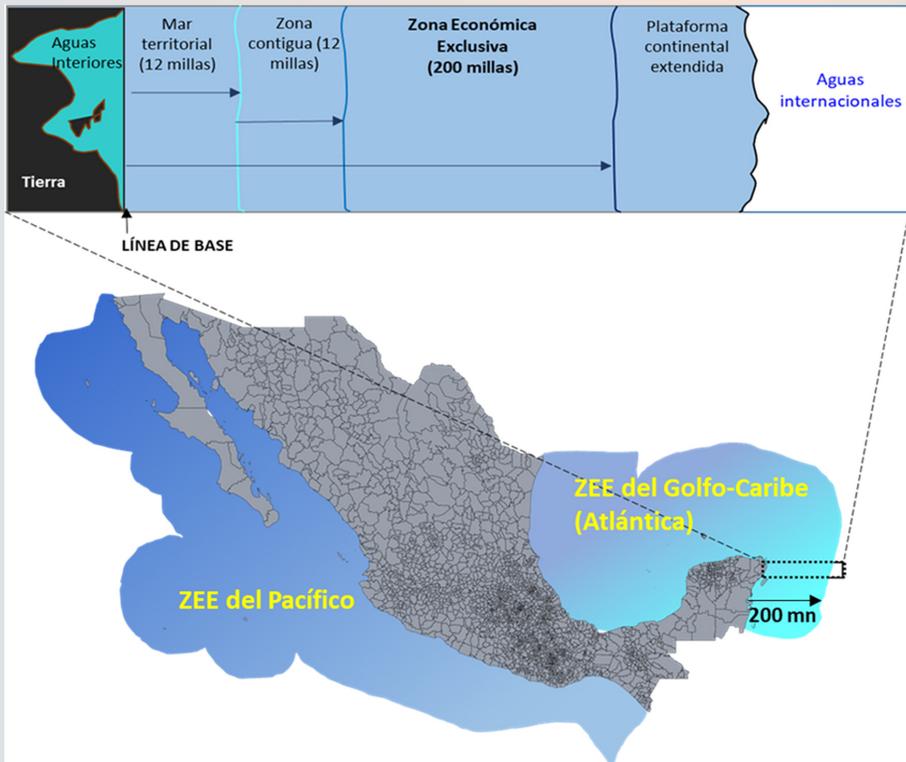


Figura 1. Mapa que ejemplifica las partes del territorio oceánico de cada país con litoral. Elaboración propia con base en Google Earth.

Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán), Estados Unidos (con los litorales de los estados de Florida, Alabama, Misisipi, Luisiana y Texas) y Cuba (con los litorales de las provincias de Pinar del Río y Artemisa). Después de diversos tratados internacionales entre los interesados, del total de la superficie del Golfo, a México le correspondió un 47.67%, a Estados Unidos un 44.75% y a Cuba un 5.23% (Simar, 2025). Existe un restante 2.35% ubicado separadamente en dos pequeñas porciones de aguas internacionales que se encuentran sin repartir y que se conocen como *East Gap* y *Western Gap* (Figura 2). Por tanto, el golfo pertenece a estas tres naciones ribereñas.

Debe recalarse que, aunque se trata de una sola cuenca marina que funciona como una unidad ecológicamente armonizada, los tres países involucrados realizan su exploración, explotación y manejo de recursos de acuerdo a sus propios intereses y necesidades.

Así, históricamente tanto para México como para Estados Unidos los principales usos en sus ZEE del Golfo de México abarcan la industria de extracción de petróleo y gas (con todas sus actividades relacionadas), la actividad portuaria y de transporte marítimo, la pesca comercial, el turismo y de forma menor la maricultura.

Ese manejo por parte de los países mencionados ha recibido particular atención en los últimos meses ya que Estados Unidos, con la llegada de Donald Trump a su segundo mandato presidencial, decidió recalcar el límite de su ZEE y renombrar el contenido como Golfo de América.

3. ¿Qué es el Golfo de América?

Como se ha explicado, el Golfo de México se ha parcelado mediante Tratados en donde las partes han estado de acuerdo (SRE, 2001). Cabe resaltar que el nombre del agua marina repartida en cada uno de esos tratados fue el mismo siempre: Golfo de México.

La necesidad que, en este año 2025, han mostrado los Estados Unidos mediante la orden ejecutiva 14172 donde a la letra se explica “tome todas las medidas apropiadas para renombrar como ‘Golfo de América’ al área de la Plataforma Continental de los Estados Unidos limitada al noreste, norte y noroeste por los estados de Texas, Luisiana, Misisipi, Alabama y Florida, y que se extiende hasta el límite marítimo con México y Cuba en el área anteriormente denominada Golfo de México” (Trump, 2025a) puede interpretarse como una política de control

geopolítico de dos intenciones, la defensiva y la ofensiva.

La primera busca proteger la fracción marina que le corresponde del Golfo de México como un activo de enorme relevancia para su crecimiento económico y, al cambiar el nombre (rebautizarlo), se ostenta como el poseedor de un territorio que “ya no comparte” con sus vecinos, sino que “le pertenece”. Es una resignificación de la Doctrina Monroe donde la “América para los americanos” se adecua perfectamente a una situación que anuncia a México y a Cuba: sus actividades en su golfo tendrán un enfoque propio y nuevo sin importar que sea una cuenca marítima compartida.

El cambio de nombre, conlleva una segunda intención de carácter ofensivo, que robustece de forma complementaria otra estrategia gubernamental firmada también en enero de 2025 (*Securing our Borders*). Se trata de tomar todas las medidas apropiadas para asegurar las fronteras de su nación estableciendo barreras impermeables a personas y productos no aprobados por él. En otras palabras, en la tarea de obtener el control operativo completo de las fronteras de los Estados Unidos, los océanos no pueden quedar al margen, sino que juegan un papel relevante en su intención de aislar y repeler (Trump, 2025b).

Reflexión final.

Si bien la designación de Golfo de México es reconocida en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar y en múltiples documentos internacionales y nacionales de México y Cuba, la propuesta de cambiar de forma unilateral por parte de los Estados Unidos el nombre a Golfo de América responde a la búsqueda de una apropiación simbólica. Esta última es un peldaño importante para justificar la gestión económica que sobre el Golfo de México vendrá por parte de los estadounidenses y es una remarcación de que sus fronteras sirven para separar todo lo que les represente una amenaza.

El escenario del futuro ambiental del Golfo de México sectorializado de esta forma, no es alentador. Estados Unidos podría priorizar únicamente el aspecto económico en sus procesos de explotación y justificar que los daños ambientales son sobre su territorio,

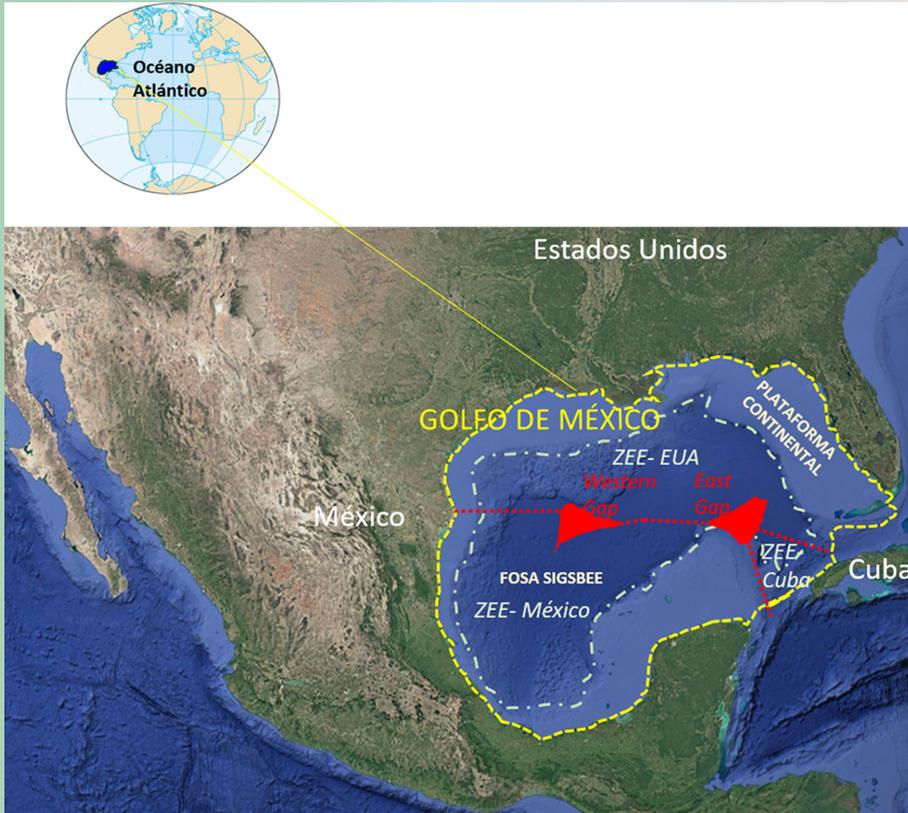


Figura 2. Mapa que identifica algunas características del Golfo de México. Elaboración propia con base en Google Earth.

reafirmando con el cambio de nombre, que no es jurisdicción de nadie más.

Finalmente, con respecto a la preocupación mexicana de que el cambio atente sobre los límites actuales de la ZEE, debe precisarse que con base en el derecho internacional actual este riesgo es muy

bajo. Lo que está verdaderamente comprometido es el equilibrio ecosistémico debido a la posibilidad de que, adicional a las decisiones de Estados Unidos, el golfo sufra un manejo similar por parte de México y coloquemos a esta importante cuenca solo al servicio de la economía.

Referencias

Ambrose, J., Beer, A., Harvey, D., Dipper, F., Ripley, E., y Stow, D. (2020). *Oceanology. The secrets of the seas revealed*. London, UK: Smithsonian.

Convemar. (1982). Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Adoptada el 10 de diciembre de 1982. https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf

Eugene Turner, R., y Rabalais, N. N. (2019). The gulf of Mexico. In Elsevier (Ed.), *World Seas: An Environmental Evaluation Volume I: Europe, the Americas and West Africa* (pp. 445–464). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805068-2.00022-X>

Ferrero Rebagliati, R. (1962). El Dominio Marítimo. *Derecho PUCP* (21), 28–43. <https://doi.org/10.18800/derechopucp.196201.004>

Frías, Y. (1981). Panorama Introdutorio sobre el derecho del Mar. El Derecho del Mar como parte del derecho Internacional. Régimen Jurídico de los Espacios oceánicos en las Convenciones de Ginebra sobre el Derecho del mar de 1958. *Revista de la Facultad de derecho de México*, 120, 709–720.

INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. (2021). *Anuario Estadístico y Geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2021*. INEGI.

SRE [Secretaría de Relaciones Exteriores]. (2001). *Decreto por el que se aprueba el Tratado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América sobre la delimitación de la plataforma continental en la región occidental del Golfo de México más allá de las 200 millas náuticas*. Diario Oficial de la Federación, Tomo DLXVIII.

Simar. (2025). Sistema de Información y Análisis Marino Costero-CONABIO. Web. <https://simar.conabio.gob.mx/>

Trump, D. (2025a). Gulf of America Day, 2025. The White House. [whitehouse.gov/presidential-actions/2025/02/gulf-of-america-day-2025/](https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/02/gulf-of-america-day-2025/)

Trump, D. (2025b). Securing our borders. The White House. [whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/securing-our-borders/](https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/securing-our-borders/)

• Enviado: febrero 05, 2025 • Aceptado: abril 30, 2025

La indolencia del Voto Latino a favor de Donald J. Trump en la elección presidencial del 2024

The indolence of the Latino Vote in favor of Donald J. Trump in the 2024 presidential election.

Manuel Adolfo Álvarez Oseguera y Manuel Alain Álvarez Alberto

Escuela Preparatoria “Melchor Ocampo”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.

contacto: alain.alberto@umich.mx

DESARROLLO.

Resulta inverosímil, más no imposible, pensar que una persona judía hubiese votado

en una elección a favor del régimen Nazi, las razones de tal aseveración son evidentes, y lo mismo podríamos pensar de una persona latina o descendiente de latinos que radique en Estados Unidos

si ésta votara por un candidato presidencial cuya agenda política tenga como vértice un sentimiento de ultranacionalismo que centra su enfoque en la deportación de la mayor

Resumen. En la pasada elección estadounidense para elegir a su presidente número 47, regresó al poder Donald J. Trump, tras un intento fallido de reelección cuatro años antes, en el 2020. En su momento, todo indicaba que la carrera política del empresario y celebridad televisiva no daba para más, sin embargo, en un repunte subitáneo, la popularidad del político neoyorkino empezó a bullir hasta colocarse de nuevo en el radar político y ser de nuevo, un contendiente serio para la elección presidencial que se aproximaba. Los factores que propiciaron esta alza de popularidad del candidato republicano, estuvieron relacionados por la inestable participación del entonces presidente Joe Biden en el debate presidencial, y, por un fallido atentado mortal que encumbró a Donald Trump a la cúspide de las preferencias del llamado “electorado indeciso”, quien vio en Trump al adalid que le daría poderío y presencia a la nación norteamericana, con un nacionalismo donde subyace un sentimiento xenofóbico. En este trabajo, hablaremos del denominado “voto latino”, el cual tuvo un incremento a favor de Trump en esta elección del año 2024, con relación a las anteriores en los años 2016 y 2020; también analizaremos ese sentimiento antiinmigrante de las personas descendientes de inmigrantes indocumentados, así como de personas que han regularizado su situación migratoria, pero que llegaron a ese país en calidad de indocumentados y que, ahora, vuelven la espalda a los nuevos migrantes ante el temor infundado de ser desplazados, originando un fenómeno de racismo por parte de inmigrantes latinos-que se han empoderado al regularizar su situación migratoria-en contra de los de su propia raza.

Palabras clave. Voto latino, migración, elección presidencial.

Abstract. In the 2024 U.S. presidential election, Donald J. Trump was reelected as the 45th President of the United States, following a failed reelection attempt four years earlier in 2020. At that time, it seemed that the political career of the businessman and television personality had come to an end. However, in a sudden political resurgence, Trump's popularity began to rise sharply, bringing him back onto the political radar as a serious contender for the upcoming presidential election. This resurgence can be attributed to a number of factors, including the poor performance of then-President Joe Biden in the presidential debates, as well as a failed assassination attempt that ultimately propelled Trump to the top of the “undecided electorate's” preferences. Many viewed him as the candidate who would restore power and prominence to the U.S., driven by a form of nationalism that often has xenophobic undertones. This paper will focus on the so-called “Latino vote,” which saw an increase in support for Trump in the 2024 election compared to the 2016 and 2020 elections. We will also analyze the anti-immigrant sentiments of individuals descended from undocumented immigrants, as well as those who have regularized their immigration status but initially arrived in the U.S. without documentation. These groups now often turn their backs on newer migrants due to a perceived fear of displacement, giving rise to a racial phenomenon in which Latino immigrants, having secured their own legal status, adopt exclusionary attitudes against others from their own racial or ethnic background.

Keywords. Latino Vote, immigration, presidential election.

cantidad de inmigrantes indocumentados o en proceso de regularización. Irónicamente, el “voto latino” (como se le conoce al voto del electorado descendiente de América Latina), tuvo un incremento en la última elección presidencial estadounidense del año 2020 a favor del candidato conservador del Partido Republicano Donald J. Trump, cuya agenda antiinmigrante es abiertamente clara.

Sorpresivamente, el índice de aumento del voto latino a favor de Trump creció, tal como se demostró en una encuesta de 1,080 electores hispanos, de los cuales un 74% de hispanos que votarían a favor del republicano, estaban a favor de que se deportaran a todos los inmigrantes indocumentados, por el sólo hecho de serlo, aunque también se debe señalar que la migración no era el único tópico relevante para los hispanos votantes, toda vez que, asuntos como la economía, salud y educación también les eran preponderantes, incluso, en algunos casos, por encima del tópico de la migración (Galbraith, 2020), y aunque tales cuestiones no fueran determinantes en el “voto latino”, este finalmente se decantó a favor de la agenda antiinmigrante de Donald J. Trump.

Lo que lleva a las personas latinas a apoyar a un candidato que despótica en contra de los de su mismo origen, tiene una explicación muy lógica que no escapa de un sentimiento de egoísmo puro y llano, el cual se traduce en renegar de una condición anterior de sus propios descendientes o incluso de sí mismos, mediante la aniquilación de todo vestigio de su propio pasado, para así, encajar en una sociedad norteamericana, buscando con ansias una movilidad social que les haga sentirse parte del “*American way of life*” que añoran desde el momento en que ingresaron a ese país o desde el momento en que se supieron estigmatizados por su condición de latinos viendo en Estados Unidos. Todo esto, lleva consigo, por parte de las personas latinas residentes y regularizadas en Estado Unidos un sentimiento de envidia que se concatena con la casi nula preparación académica que les lleva a pensar que un personaje como Donald Trump puede servir de panacea a los problemas causados por su condición de inmigrantes, sin



Ilustración 1. FUENTE. <https://elpais.com/us/2024-11-13>

percatarse, por su involuntaria ignorancia, que son ovejas votando por un lobo.

Por otro lado, existe otro tipo de votantes latinos, los cuales son descendientes de segunda o tercera generación de inmigrantes y que no tienen ningún apego hacia la comunidad hispana por no pertenecer ni convivir con esta, y que, para estos, los únicos resabios de su origen latino, son sus innegables rasgos físicos y su apellido, pues bien, estas personas votan por candidatos como Trump, movidos por un sentimiento de total indolencia hacia la comunidad inmigrante, por el hecho de no sentirse parte de ella.

En la pasada elección presidencial estadounidense del año 2024, Donald Trump, ciertamente obtuvo un porcentaje menor del “voto latino” con relación a su adversaria demócrata Kamala Harris, no obstante, hubo un aumento significativo del apoyo de la población hispana, con un aumento de 10 puntos porcentuales con relación a la elección anterior, lo cual se traduce a un 45%, es decir, casi la mitad del electorado latino, y, por tal razón, Donald Trump logró la mayor proporción del “voto latino” en los tiempos modernos.

Con esto, queda demostrado que el hecho de ser migrante o tener raíces hispanas, no te convierte en una persona que apoye a otras personas migrantes, y esto es porque una vez que una persona se ha instalado y regularizado su situación migratoria, se puede olvidar totalmente de sus orígenes para enfocarse exclusivamente en su futuro; además de que ven en otros inmigrantes, indocumentados o no, una competencia laboral directa, y, es precisamente eso lo que tratan de evitar, cualquier tipo de amenaza que les cause un perjuicio, especialmente económico, porque debemos recordar que, la mayoría de la migración ocurre por la búsqueda de mejores condiciones de vida, primordialmente en el ámbito económico (Molina, 2024).

Sin embargo, la migración, como se señaló con antelación, es preponderantemente por motivos económicos, no es éste de carácter exclusivo, existen también intereses políticos que influye en la decisión de migrar a otras latitudes, motivadas por



Ilustración 2. FUENTE elordenmundial.com/voto-latino-estados-unidos-elecciones

la insatisfacción de las políticas públicas implementadas por los gobiernos de los países de origen de las personas migrantes, quienes ante la imposibilidad de cambiar tales políticas, prefieren romper lazos de relación con el Estado y optan por migrar, hasta que se vuelva a instalar un régimen o gobierno que les sea favorable, así, se entiende que las personas no migran únicamente movidos por un interés económico, sino que lo hacen cuando consideran que el Estado del cual son originarios, no responde a sus necesidades o aspiraciones.

No obstante lo anterior, no podemos soslayar factores preponderantes que también inciden en el “voto latino”, tales como el económico y el hecho de que un gran porcentaje de la población hispana con derecho a voto proviene de países con regímenes de izquierda y, por tal, apuestan a un gobierno conservador de derecha, que es precisamente lo que representa Donald Trump aunado a su garantía de detener la migración irregular y hacer una deportación masiva de indocumentados (Cecilia Barría, 2024), lo cual, es una muestra clara de indolencia hacia la comunidad migrante en proceso de regularización.

CONCLUSIÓN: La experiencia personal y los estudios sobre el tema, nos indican que los migrantes establecidos en la Unión Americana pueden tener criterios extremos cuando se trata adoptar una posición respecto a personas migrantes de recién arribo,

tales criterios pueden distar desde un paternalismo hasta el rechazo total y las causas pueden ser variadas, sin embargo, prevalece una gran incidencia de rechazo de migrantes instalados hacia nuevos migrantes, sobre todo cuando los migrantes previamente establecidos tienen una menor preparación académica o bien que su integración a la sociedad norteamericana haya sido muy lenta. Por consiguiente, con una menor preparación académica, difícilmente se puede aspirar a obtener una cultura superior, toda vez que ésta requiere de una capacidad de comprensión y entendimiento que solo se obtiene mediante tal preparación académica y, la falta de ésta en la población migrante, provoca una pretensión nacionalista en un afán de pertenencia a la sociedad estadounidense, aún a costa de la exclusión de su propia cultura y de su propia raza.

Referencias

- Galbraith, Quinn y Adam Callister. 2020. “Why would Hispanics vote for Trump?”, *Hispanic Journal of Behavioral Sciences*, vol. 42, no. 1, pp. 77-94.
<https://globalbar.se/2024/11/latinos-por-trump-por-que/>
https://jeronimocortina.com/wpcontent/uploads/2017/07/Migracion_Politica_Mas_Alla_de_la_Redex_y_la_Economia.pdf
<https://www.bbc.com/mundo/articulos/crr92d41n15o>

Introducción

Las alucinaciones auditivas, las voces de la locura, los ecos del pensamiento y un sinfín de equivalencias han sido utilizadas para llamar a aquello que se enmarca del lado enigmático de la esquizofrenia, permaneciendo en un terreno oscuro y de difícil entendimiento para la ciencia. Las ramas del campo *psí*, investigan a detenimiento la punta del iceberg: las voces. Olvidando, en muchas ocasiones al sujeto que las oye, lo que las voces le conciernen a él, su significado singular y su función que ellas pueden tener. Acercarnos a los posibles significados y funciones particulares de cada sujeto podría resultar beneficioso para las personas con esquizofrenia que experimentan alucinaciones auditivas.

Alanen et al. (2008), indican que el diagnóstico de la esquizofrenia ha sido inconsistente, ya que, los criterios son diferentes en cada época y país, siendo la esquizofrenia, uno de los más grandes retos en tratamiento e investigación. A lo largo de la historia, ha recibido diversas interpretaciones, conceptualizaciones y significado (Sandín, 2023). La Clasificación de Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10) clasifica diversos subtipos dentro de la esquizofrenia: indiferenciada, residual y especialmente el trastorno esquizoafectivo (2000). Dentro del Manual de Psiquiatría se menciona que “No existen síntomas patognomónicos de la esquizofrenia, y los diferentes trastornos psicóticos en gran medida se diferencian entre sí por criterios arbitrarios de intensidad, duración y tipos de síntomas” (Palomo, & Jiménez-Arriero, 2009, p. 254). Esto significa que no hay síntomas exclusivos de la esquizofrenia, aunque la mayoría de las personas con esta condición experimentan alucinaciones auditivas.

Por otro lado, Stingo, et al. (2006), indican que ciertos fenómenos son esenciales en la esquizofrenia, entre ellos destacan las voces alucinatorias que comentan la actividad del sujeto, o que discuten entre ellas sobre el enfermo o sobre partes de su cuerpo, esto quiere decir que, siempre tienen una connotación de autorreferencia. Según Gabbard y Horigian (2009), la esquizofrenia resulta de una mezcla de factores sociales, genéticos y psicológicos. A pesar de que no exista un tratamiento

año 14, No. 25 enero-junio del 2025

Las voces en la esquizofrenia: Un potencial terapéutico

The voices in schizophrenia: A therapeutic potential

Mariel Anahí Pérez Rodríguez

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

Contacto: 0839210x@umich.mx

Resumen. Las alucinaciones auditivas, comúnmente conocidas como “las voces” han sido históricamente vinculadas con la esquizofrenia y exploradas a lo largo del tiempo sin alcanzar una ubicación precisa de su origen o función. En la antigüedad, las voces eran atribuidas a mensajes que los dioses enviaban a sus profetas o como consecuencia de alguna posesión demoníaca, además de ser explicadas fisiológicamente, por los desequilibrios de los humores o una piedra escondida en la cabeza. Actualmente, apuntalar un posible origen de las voces y quizá, una explicación, podría arrojar luz sobre su complejidad y función subjetiva.

Palabras clave. Alucinaciones, esquizofrenia, voces.

Abstract. Auditory hallucinations, commonly known as “voices,” have historically been linked to schizophrenia and explored over time without reaching a precise understanding of their origin or function. In ancient times, voices were attributed to messages that gods sent to their prophets or as a result of demonic possession, also being explained physiologically by imbalances in humors or a stone hidden in the head. Currently, bolstering a possible origin of the voices and perhaps an explanation could shed light on their complexity and subjective function.

Keywords. Hallucinations, schizophrenia, voices.

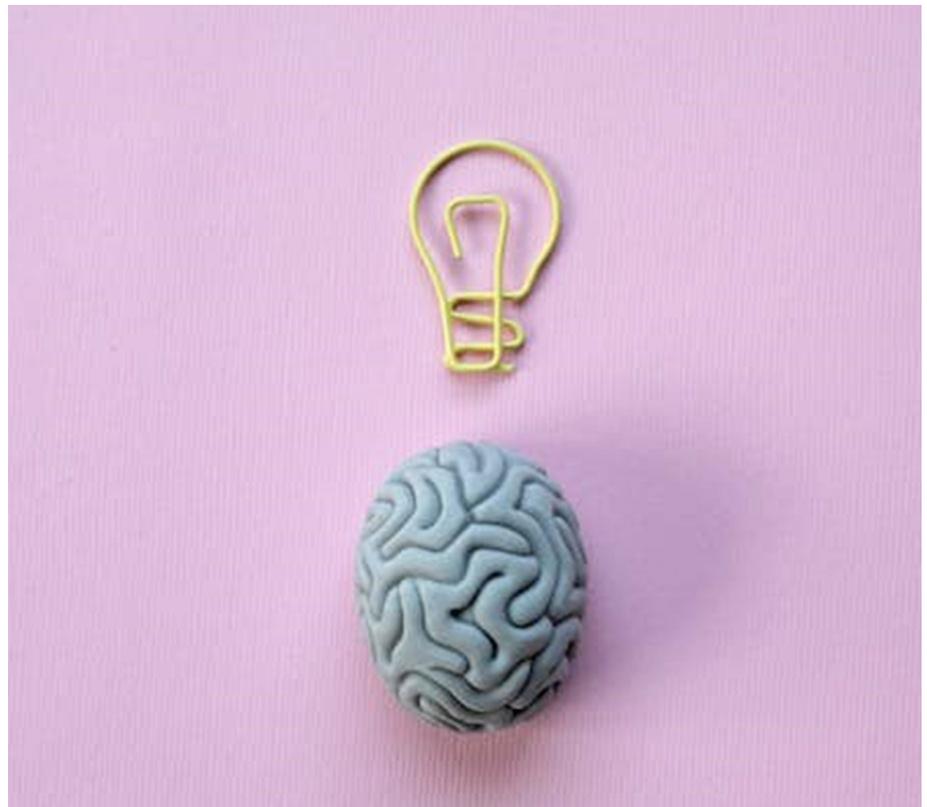


Figura 1. “Las voces como guía terapéutica”

<https://www.pexels.com/es-es/foto/borrador-goma-caucho-colegio-6193936/>



Figura 2. "La singularidad"

<https://www.pexels.com/es-es/foto/ambas-manos-manchadas-con-pinturas-1161542/>

científico curativo para la esquizofrenia, la psicoterapia, especialmente el psicoanálisis, puede ser efectivo para el manejo de los síntomas en conjunto con el tratamiento farmacológico.

Dentro de la nosografía psicopatológica, la esquizofrenia es probablemente el concepto más frágil y de mayor dificultad en la teoría, pero sobre todo en la clínica, además de no contar con una etiología certera ni de un diagnóstico concluyente (Clínica Barcelona, 2018). A pesar de lo anterior, Stingo, et al. (2006) señalan que las alucinaciones auditivas son frecuentes en personas con esquizofrenia, siendo este síntoma sumamente particular, y de los más frecuentes (Mayo Clinic, 2024). La relación de las voces con la esquizofrenia es estrecha, aunque en diversos trastornos o intoxicaciones, existan alucinaciones auditivas. Es crucial considerar la interpretación subjetiva de las voces, en otras palabras, lo que le ocurre al sujeto que las escucha.

Tanto las enfermedades mentales, incluida la esquizofrenia, como los tratamientos utilizados en tiempos antiguos, han experimentado cambios constantes, modificando su significado, etiología y enfoques terapéuticos en cada época. En particular, el concepto de esquizofrenia ha evolucionado significativamente, durante el último

siglo, han existido por lo menos 23 definiciones del concepto de esquizofrenia, dejando en el enigma e incertidumbre, a la inmensa mayoría de los sujetos con ella (Palomo, & Jiménez-Arriero, 2009).

Como señalan, Palomo y Jiménez-Arriero (2009), debido a la falta de una etiología definida para la esquizofrenia y su complejidad, el tratamiento debe ser multidimensional, combinando fármacos y psicoterapia. En este sentido, el psicoanálisis puede brindar una piedra angular para el abordaje de la esquizofrenia, centralizándose en las alucinaciones auditivas, a menudo mal comprendidas o de un arduo empeño por ser eliminadas con medicamentos.

Las voces

Así como el concepto de esquizofrenia ha fluctuado de diversas maneras, las voces también han adquirido significados distintos. Dentro del ámbito de la psiquiatría, Vallejo (2008) señala que, Esquirol fue el pionero en interesarse y realizar investigaciones sobre las alucinaciones, denominando el término de *alucinaciones* a todo tipo de ellas (olfativas, gustativas, visuales, auditivas) acuñando así el término al campo de las enfermedades mentales. Y en 1818, en *Las enfermedades mentales*, sugiere que

los locos ven cosas, y que también las oyen, denotando la presencia de las voces en los enfermos mentales. Por lo tanto, esta nueva concepción de interpretar las voces marcó un hito importante para la comprensión de la esquizofrenia, dejando en el pasado las concepciones que se tenían, sobre lo místico o profético. Para Molina (2024) las voces pueden ser sonidos, risas, zumbidos o golpes, pero, la importancia de las voces se centra, en que afecta de manera subjetiva y distinta a la persona que las oye.

El neurólogo inglés, Sacks (2012) indica que, en la antigüedad, las alucinaciones eran en su mayoría, pensamientos, sugerencias, la voz de la conciencia, o un diálogo interior que todas las personas podían tener, y la diferencia de las alucinaciones en la esquizofrenia, quedaría determinada por ser imperativas, insultos, groserías, perturbaciones o silencios que aterran.

Las investigaciones que realizó Bleuler con referencia a las voces circunscribían en su mayoría como amenazas e insultos "Día y noche llegan de todas partes; de las paredes, de arriba y abajo, del sótano y el techo, del cielo y el infierno, de cerca y de lejos. (...)" (como se citó en Sacks, 2012). Afirmando que la mayoría de las personas con esquizofrenia oyen voces, pero, oír voces no es necesariamente sinónimo de esquizofrenia, para el autor las voces de las personas que no tienen esquizofrenia,

“no tienen nada de particular”, por otro lado, “Las voces que a veces oye la gente que padece esquizofrenia suelen ser acusadoras, amenazadoras, burlonas u hostigadoras” (Sacks, 2012, p. 43).

Sacks (2012), también discute que las alucinaciones, no son fáciles de definir, ya que, se halla entre la percepción errónea y la ilusión. La alucinación se suele decir que es una percepción falsa, por la falta del estímulo u objeto. Esquirol (como se citó en Sacks, 2012) define la alucinación como una “percepción sin objeto” (p.6). Por lo tanto, quien alucina sería una persona que percibe erróneamente o está equivocada y engañada. En otras palabras, la persona percibe algo que no existe. Esta es la definición más usual, que existió y sigue existiendo dentro del campo psiquiátrico.

Séglas (2012), las define como alucinaciones psicomotrices verbales, y da cuenta que, el paciente dice lo que le dicen las voces (áfonas), señalando que, es el propio paciente el que lo pronuncia, pero atribuyéndolo a otro, como si fuera una marioneta, mejor dicho, un ventrílocuo, el paciente mueve la boca sin darse cuenta de que lo hace. Lacan (2023) comenta que, las explicaciones de las alucinaciones propuestas por Séglas, aportaron muy poco al enigma sobre las mismas. Acorde con lo anteriormente expuesto, distintas personas con esquizofrenia no requieren de mover sus bocas para escuchar voces, pues ellas se encuentran en el psiquismo, en eso tan interno semejante a la conciencia.

Sin embargo, una persona puede alucinar, no por tener esquizofrenia; la fiebre alta, los medicamentos, una contusión o alguna sustancia alucinógena pueden influir para producir alucinaciones. Entonces ¿Cuál es la diferencia entre estas alucinaciones orgánicas y las no orgánicas? La experiencia del sujeto ante la alucinación es la que marcará la divergencia. En la esquizofrenia las alucinaciones, caen todas bajo el mismo signo, angustiando al sujeto, a diferencia del alucinado neuronal, que su vida no queda determinada por aquella alucinación.

Las alucinaciones dentro de la esquizofrenia tienen siempre el signo característico de alusión, donde queda implicada la persona, además de la autorreferencia. En la esquizofrenia, la alucinación por excelencia es la verbal, en

ocasiones son voces áfonas, es decir, que no dicen nada, son mudas, no tienen un sonido tal cual. Volviéndolas, por consiguiente, difícil de rastrear para los profesionales, corroborarlas o tratarlas, y en algunas ocasiones prestando mayor atención a su eliminación que a su comprensión subjetiva para la persona que las oye. Molina (2024) señala que el abordaje de las voces requiere de una comprensión y un tratamiento personalizado para cada individuo puesto que son subjetivas.

Álvarez y Colina (2021) señalan que, la alucinación es lo más legítimo de la esquizofrenia, donde los insultos que se oyen son lo más verdadero de su ser, donde se muestra en su fondo la presencia del significante y la atmósfera del goce que lo sofoca. En otras palabras, la alucinación es el significante que se vuelve contra él, es parte de la propia persona, y por ello ha de ser considerada como única y significativa para quien la escucha. Probablemente, la alucinación verbal tenga mucho que ver con lo genuino de la esquizofrenia.

Reflexión

Las voces, los ecos o bien, los pensamientos sonoros, pueden ser palabras, significados o interpretaciones que adquieren su peculiaridad por quien las escucha. En su mayoría, el solitario ser humano que las oye, sin comprender lo que le dicen se las adueña y en un momento desesperado por intentar comprenderlas, se fusiona a ellas. Se vuelve contra sí mismo, ensordece ante los demás y en el mejor de los casos, se vuelven su compañía día y noche.

Escuchar lo que las voces dicen, por medio de quien las escucha, parecería un teléfono descompuesto, intentando que llegue el mensaje bien estructurado, entendible y articulado. Es por eso por lo que, comprender que las voces son, tan legítimas, únicas, subjetivas y carentes de sentido para todo aquel ajeno que intenta descifrarlas, puede posibilitar una nueva comprensión en la no-comprensión lineal y lógica de ellas, para su maniobra singular, que brinde calma y mitigue el malestar.

Ayudar al que las escucha, prestando solamente un par de oídos más, que filtren aquellos mensajes punitivos que puedan llegarles. Escuchar sin juzgarles ni intentar poner nuestros propios

significados, porque a pesar de lo molestas que puedan ser, sus voces les acompañan en su mundo solitario que la sociedad les ha posicionado. Tejer significados por medio de su alojamiento, explorar lo que hay detrás de esas voces que han significado algo, puede ayudar en su malestar, sin necesidad de silenciarlas. ¿Por qué tanto empeño en eliminarlas o silenciarlas? Práctica muchas veces justificada bajo la propia incompreensión del encargado de la salud mental, cuando se atiende a sujetos con esquizofrenia y se limita su escucha a los síntomas del diagnóstico. Conviene pues, escucharles, alojarles sin enjuiciarles y maniobrar con sus voces para que, en el mejor de los casos, sean compañía para el sujeto. Las voces son tan únicas y estructuradas, como nuestras huellas dactilares, guardan una historia singular que como tal, se debe respetar.

Referencias

- Alanen, Y. O., De Chávez, M. G., Silver, A. L. S., & Martindale, Y. B. (2008). *Abordajes psicoterapéuticos de las psicosis esquizofrénicas*. (En M. González de Chávez, P. Bellod, A. Díaz, P. Muguerza, L. Serrahina & S. Silberstein. Trads., 1ª ed.). Autor- editor.
- Álvarez, J. M., & Colina, F. (2021). *Las voces de la locura*. (2ª ed.). Xoroi Edicions.
- Clínic Barcelona. (2018). *Esquizofrenia: Causas y factores de riesgo*. <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/esquizofrenia/causas-y-factores-de-riesgo>
- Gabbard, GO & Horigian, V. (2009). *Psiquiatría psicodinámica en la práctica clínica*. (3ª ed.). Médica Panamericana.
- Guía de Bolsillo de la Clasificación CIE-10: Clasificación de los Trastornos Mentales y del Comportamiento. Ed. Médica Panamericana, 2000.
- Lacan, J. (2023). Introducción a la cuestión de las psicosis. En J. Granica (Ed.), J.L. Delmont-Mauri y D.S. Rabinovich (Trads.), *J. Seminario 3: Las psicosis* (1ª ed. pp.11-28). Paidós.
- Mayo Clinic. (2024). *Esquizofrenia - Síntomas y causas* - <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/schizophrenia/symptoms-causes/syc-20354443>
- Molina, P. G. (2024). ¿Qué son las alucinaciones? Tipos y esquizofrenia: Manual de Psicopatología, trastornos mentales. Kindle
- Palomo, T., & Jiménez-Arriero, M. (2009). *Manual de psiquiatría*. ENE Life publicidad.
- Sacks, O. (2012). *Alucinaciones* (Vol. 458). En D. Alou (Trad.). Anagrama.
- Sandín B. (2023). *La esquizofrenia y otros trastornos psicóticos*. (1ª ed.). Sanz y torres.
- Séglas, J. (2012). *Alucinados y perseguidos*. (En R. Arnáiz, S. Vega y S. Gonzales, Trads.). Ergon.
- Stingo, N. R., Toro Martínez, E., Epiño, G., & Zazzi, M. C. (2006). *Diccionario de psiquiatría y psicología forense*. (1ª ed.). Polemos.
- Vallejo, J. (2011). *Introducción a la Psicopatología y La Psiquiatría*. (8ª ed.). Elsevier Health Sciences.

La importancia de la filosofía en la formación de científicos y teorías científicas

The Importance of Philosophy in the Training of Scientists and Scientific Theories

Luis Armando Gálvez Ordaz y Angel Daniel Ramírez Herrera

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) IPN, Unidad Michoacán. Jiquilpan, Michoacán. México.

Contacto: aramirez1806@alumno.ipn.mx

Resumen. El objetivo del artículo es resaltar la importancia de la filosofía en la investigación científica, partiendo de un mundo globalizado donde el ser humano se encuentra interpelado en todos los roles que desempeña. Para crear conciencia en los científicos presentes y futuros, es necesario reconocer el andamiaje histórico, filosófico y conceptual de las teorías que siguen, así como de las nuevas que se crean. Además, para que exista un progreso en la ciencia basado en el diálogo es ineludible reconocer la lógica de donde provienen las teorías, para evitar roces innecesarios y ampliar lo que se conoce de los objetos de investigación, teniendo como premisa que la verdad no se encuentra en las especializaciones de la ciencia, sino en las diferentes formas gestadas por la conciencia de un solo objeto a investigar.

Palabras clave. Ciencia; filosofía; formación científica.

Abstract. The aim of this article is to highlight the importance of philosophy in scientific research, starting from a globalized world where human beings are challenged in all the roles they play. To raise awareness among present and future scientists, it is necessary to recognize the historical, philosophical, and conceptual framework of the theories they follow, as well as the new ones that are created. Furthermore, for there to be progress in science based on dialogue, it is essential to recognize the logic from which the theories come to avoid unnecessary friction and to expand what is known about the objects of research, having as a premise that the truth is not found in the specializations of science but in the different forms generated by the consciousness of a single object to be investigated.

Keywords. Science; philosophy; scientific training.

prácticas y utilitarias que argumentan a los intereses del régimen económico actual, se le resta importancia a los metadatos o discusiones filosóficas, centrando el discurso solo en métodos, disciplinas y especializaciones profesionalizantes al servicio del mejor postor (Covarrubias, 2012).

Síntesis actual de la formación de los científicos

La ciencia está sometida al capital, que la ha fragmentado en tantas especializaciones, que ha perdido la visión en conjunto de los problemas a estudiar (Covarrubias, 2012). La fragmentación en la ciencia llega a tal especialización, que crea científicos que saben mucho de poco, que olvidan el contexto y las estructuras históricas que aportaron el apoyo conceptual de la teoría del cual se desprende su investigación, reduciendo la ciencia a una receta de cocina, mera técnica y método (Bunge, 1997). Se impide a los científicos vincular la estructura óptica (que es) del objeto que investiga, con la concepción ontológica (que se cree que es) de la que parten, además de las técnicas y procedimientos de investigación utilizados por él. La división de las disciplinas en el objeto de estudio trae consigo limitaciones del conocimiento, así los científicos viajan en línea recta sin preguntarse por qué investigan, con qué teorías se relaciona su objeto de estudio, de dónde viene la teoría a ejercer, qué implicaciones conlleva lo investigado, qué estructura histórica o conceptual siguen, a lo que Koyré llamaría historia de la ciencia interna y externa (1994). Solo se preguntan para qué sirve tal investigación (Covarrubias y Cruz, 2014).

A los nuevos científicos casi nunca se les incorpora en su pensamiento la reflexión epistemológica (cómo conocemos), solo se deja claro la supuesta metodología y técnica a seguir (Covarrubias y Cruz, 2014). Así, en los nuevos científicos e investigadores la pregunta central de su quehacer científico es para qué sirve lo que investigo y cuál es la metodología y técnica que llevarán a cabo eso. De manera que esos referentes prácticos constituyen su “conciencia científica” y los hace creer que solamente eso es necesario para generar conocimiento científico. Así los científicos pierden esa capacidad de admiración que es la que los hace científicos, volviéndolos empleados de un sistema que ocupa su fuerza de trabajo para la demanda del régimen que los dirige (Covarrubias, 2012). Por tanto, llevar la contraria a quienes dominan y a la ciencia normal (Kuhn, 2004) genera rechazo para el investigador, sin dejar de lado que el seguir la lógica de quien financia los proyectos le impide al investigador continuar con sus propios ámbitos de búsqueda en la

Introducción

Con el realce de las ciencias después de los descubrimientos de Galileo Galilei y Newton, el surgimiento del positivismo de Auguste Comte y el régimen económico actual, la ciencia ha olvidado su horizonte filosófico (Koyré, 1994) que guía sus teorías y descubrimientos científicos. Este problema aumenta cuando las comunidades de conocimiento o centros de investigación no se preocupan por formar científicos y formarse en epistemología o filosofía de la ciencia. Además, al sujeto “ido” le cuesta más trabajo tener y dar un aporte crítico (Bauman, 2003), carece de escucha, observación y de capacidad reflexiva, a causa de tanta dispersión y opciones fáciles de consultar. Es más fácil para el sujeto elegir la simple, donde lo que pasa poco le demanda y vive adormecido. Se evita, en la medida de lo posible, la capacidad de asombro, el cuestionar y proponer reflexiones que permitan la formación de conciencias, no solo críticas sino también, científicas. Así, los científicos han pasado de preguntar el porqué de las cosas para preguntar el cómo (Koyré, 1994). La ciencia se ha vuelto enteramente positiva, volcándose en una serie de respuestas

80 Milenaria, Ciencia y Arte

año 14, No. 25 enero-junio del 2025



Figura 1: Representación de algunas de las limitantes para los científicos de no indagar en la filosofía. (plantilla de <https://www.pinterest.com/pin/746190232003047274/>; modificación propia)

investigación, porque existe un sistema de recompensas que lo premia por producir, sin importar la calidad y profundidad del estudio en los objetos a investigar. Como consecuencia, los investigadores resultan en un proceder “ido” de su conciencia, respondiendo a intereses de quien financia la investigación, porque si no produce lo que se investiga, no tiene sentido. A la “ciencia” y los científicos se les ha olvidado cuestionar el porqué de las cosas hasta sus últimas causas, y la filosofía brinda una formación epistemológica sólida que resulta ser una ayuda para la obtención de elementos teóricos que permitan a los investigadores conocer su horizonte filosófico, causas y consecuencias del objeto que investigan. Así la ciencia y la filosofía no tendría que olvidarse una a la otra como la unión de madre e hija.

Desde el milenio pasado la ciencia y filosofía lentamente se separaron, aunque los científicos en su mayoría no eran filósofos, no dejaban de lado la filosofía, como en el llamado Círculo de Viena a principios del siglo XX; estos buscaban un lenguaje filosófico que sustentara lo empírico sin caer en alusiones meramente metafísicas, es decir un discurso lógico de la experiencia era lo que llevaría a lo científico (Lorenzano, 2002). Si se deseaba afirmar algo sobre el mundo debía haber alguna experiencia a la cual remitirse para sostenerse como verdadero. Este concepto es el llamado principio de verificación. Este hecho, aunado al famoso método científico y el aplastante aparato dominante comandado por el capitalismo neoliberal son los que dan paso a afirmar que la

año 14, No. 25 enero-junio del 2025

filosofía ya no tiene cabida en una dominancia utilitarista, puesto que la filosofía es la causante de que el ser humano piense y busque salir de la dominación.

Por otro lado, la mayoría de los docentes no son científicos, ni los científicos son docentes. Por lo que pensar en una fusión entre docencia e investigación es prácticamente imposible (Covarrubias y Cruz, 2014). El docente y el científico debe tener referentes e ideas sustentadas teóricamente. No obstante, en la mayoría no es así. El docente-investigador, debe estar a contracorriente del aparato de dominante, investigando, asombrándose por lo que sucede, tratando de dar a conocer nuevas formas de pensar, a partir de las existentes y de la historia misma. Sin embargo, el profesor-investigador se limita a adquirir conocimientos prácticos y sustento monetario e inclinarse a la ganancia. Todo este panorama habla de que se necesita algo; claro, no se estigmatiza a la sociedad que vive este aparato dominante, porque el humano es hijo de su tiempo. Sin embargo, no quita la responsabilidad de formar seres humanos, profesionistas y científicos.

Filosofía del conocimiento científico

La ciencia actual está conformada por conceptos, teorías y leyes. Las teorías tienen como base estructuras histórico-conceptuales que apoyan el cómo se percibe el mundo. Cuando una teoría es aceptada por un grupo de científicos, forma parte de un *corpus* teórico (Covarrubias y Cruz, 2014). A su vez el *corpus* teórico está conformado por científicos con una concepción ontológica (ser), epistemológica (conocer), axiológica (valor) y teleológica (finalidad) de la realidad en común.

Sin embargo, lo que supuestamente le provee objetividad a la construcción del conocimiento del científico es que pertenece al *corpus* teórico establecido, pero ¿este cúmulo de teorías se estanca o avanza? Thomas Kuhn (2004) menciona que la ciencia está formada por diversas teorías que pueden llegar a ser el paradigma. La teoría que es paradigmática es llamada “ciencia normal”, lo que hace que sea normal, es que responde a los enigmas del *corpus* teórico que está reinando la ciencia normal, es decir, los enigmas están resueltos dentro la misma teoría que es paradigma. Sin embargo, cuando la ciencia normal no puede responder a un enigma, Kuhn lo llama anomalía. El cúmulo de anomalías en la ciencia normal hará que esta entre en crisis y busque otro *corpus* teórico para resolver las anomalías que no se pueden resolver en la ciencia normal.

Cuando la nueva teoría resuelve la mayoría de las anomalías de la otra teoría, la nueva, se vuelve ciencia normal, es decir, se convierte en la teoría paradigmática de ese momento, a este cambio de teoría en el paradigma es a lo que Kuhn llama revolución científica. No obstante, lo interesante de Kuhn, a diferencia de otros filósofos como Popper (1983), es que la ciencia no progresa eliminando la teoría anterior, sino que la revolución hace paradigmática a una teoría, pero esto no impide que la otra teoría perteneciente a un *corpus* teórico diferente responda enigmas, aunque esa teoría no esté en la ciencia normal. Esto lleva a pensar a Kuhn que las hipótesis “científicas” son falsables, en cambio las teorías son inconmensurables (no hay punto de

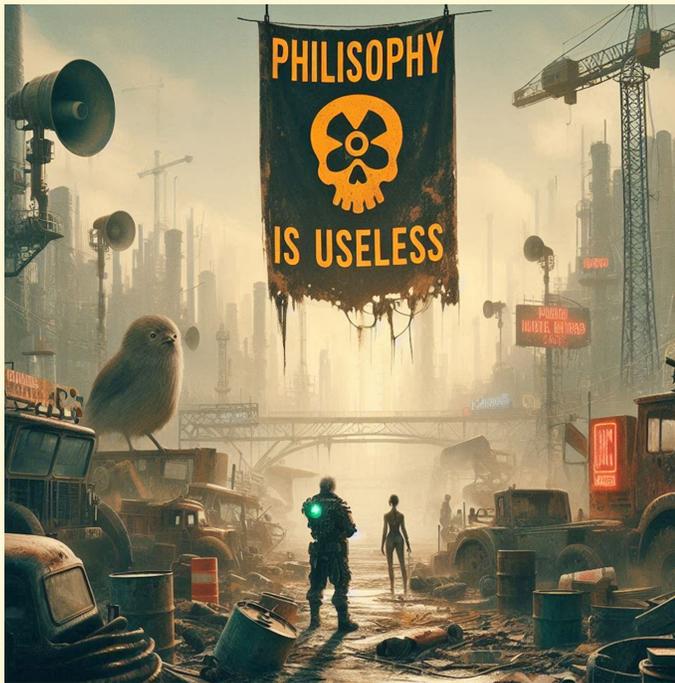


Figura 2. ¿Qué sería de un mundo si se prohibiera la filosofía? o el reflexionar que es lo mismo. Imagen generada en <https://designer.microsoft.com/image-creator>

comparación) entre estas, porque cada una responde a diferentes enigmas que para otra son anomalías que no puede responder. Lo que sí es posible es determinar una mayor veracidad de un enunciado respecto de otro, siempre y cuando estén dentro del mismo *corpus* teórico o ciencia normal.

El crecimiento del conocimiento científico se produce cuando una teoría entra en crisis, por sus anomalías. Sin embargo, existen científicos que se rehúsan a dejar la teoría que ya es parte de él (Covarrubias y Cruz, 2014). Esto habla de una deficiencia en el proceso de formación humana del sujeto, ya que el surgimiento de nuevas teorías lo hacen pasar por un periodo de crisis profesional. En cuanto a la objetividad del pensamiento científico, la ciencia actual se da baños de pureza objetiva, y cuidado con que se argumente que es subjetiva. Kuhn nos recuerda que la veracidad u objetividad de los enunciados o leyes se comprueban a sí mismas dentro de un *corpus* teórico, más no fuera de este porque son inconmensurables. Además, a los investigadores se nos olvida que el conocimiento es generado por nosotros mismos, que no existe tal objeto hasta que lo pensemos, es decir, que los objetos están condicionados por lo que tenemos cada uno en nuestra conciencia. ¿Cómo puede ser esto posible, si en el universo existen leyes? Las leyes no son creadas por la naturaleza, más bien, es el hombre quien ve leyes en la naturaleza, puesto que la conciencia del sujeto antepone las condiciones sensibles *a priori* (previas de toda experiencia sensible), sobre lo que llama realidad (Kant, 2007), lo que está afuera de nosotros según Kant, son cosas, que no sabemos que son, pero lo que si conocemos son objetos, que no son la cosa en sí, eh ahí el porqué de esta afirmación.

Asimismo, el proceso del conocimiento científico del objeto está basado en una figura del pensamiento y no

realmente la realidad o la cosa, como diría Kant. La percepción y representación teórica tomada se fundamenta en las condiciones dadas de un momento histórico específico. Pero ojo, no quiere decir que deje de tener veracidad, la tienen, solo no son verdades absolutas en el sentido eterno, sino absolutas en un sentido circunstancial (Zea, 1968). El problema está cuando un investigador construye un marco teórico sin tener en cuenta que no agota el contenido de la cosa, y que ese contenido que se descubrió, investigó y demostró, es solo la punta del iceberg de una cosa que puede ser conocida de muchas otras concepciones, es decir, de diferentes teorías que asumen la cosa de manera distinta. Sumado a lo anterior, los científicos tienen percepciones similares, pues sus conciencias fueron obteniendo referentes por parte de un *corpus* teórico que asume una comunidad científica. Por lo que se puede decir que un contenido es verdadero en cuanto que hay una articulación de los referentes con la teoría propuesta (Covarrubias y Cruz, 2014).

Conclusiones

En la formación de los futuros científicos y en los que ya lo son, se requiere una base filosófica para ubicar la subestructura y horizonte filosófico de la cual parte la teoría que se sigue o propone. Esto permite analizar distintas maneras de percibir el objeto de acuerdo con los referentes que cada científico tiene. Igualmente, dicha base filosófica invitará al científico a cuestionar o postular una tesis *ideal* que se contrasta con una antítesis *real*, generándose así una síntesis, una crítica, todo un proceso dialéctico circular. Es evidente que hay un problema entorno al conocimiento en la gran mayoría de los científicos y, por ende, en las generaciones actuales así como futuras de científicos. Se debe entender que la realidad de un objeto no la agotamos con los aparatos tecnológicos, las teorías o tablitas que demuestren la científicidad de la investigación, la teoría no es más que una herramienta didáctica que existe en la conciencia del sujeto de una cosa que existe por si sola en la realidad. El estudio filosófico permite al científico caer en cuenta de que los objetos de investigación son construcciones humanas, producto de una concepción dada de la realidad que da certeza, siempre y cuando estén enunciadas dentro de su propia teoría, porque para otras son simplemente anomalías más no enigmas. Así el conocimiento científico, se nutre de distintas subestructuras filosóficas que hay detrás de conocer aquella cosa que es objeto de investigación.

Referencias

- Bauman, Z., (2003). *Modernidad líquida*. Fondo de cultura económica.
 Bunge, M., (1997). *Ciencia, técnica y desarrollo*. Editorial Sudamericana.
 Covarrubias, F., (2012). *Las herramientas de la razón: La teorización potenciadora intencional de procesos sociales*. Editorial Academia Española.
 Covarrubias, F. y M. G. Cruz, (2014). *El sustrato onto-epistemológico de las teorías científicas*. Instituto Politécnico Nacional.
 Koyré, A., (1994). *Pensar la ciencia*. Ediciones Paidós.
 Kuhn, T. S., (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
 Kant, I., (2007). *Crítica de la razón pura*. Colihue.
 Lorenzano, P., (2002). "Presentación de la concepción científica del mundo: el círculo de Viena". *Redes* 9(18), 103-149. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90701805>
 Popper, K., (1983). *Conjeturas y refutaciones*. Ediciones Paidós.
 Zea-Aguilar, L., (1968). *El positivismo en México: Nacimiento, Apogeo y Decadencia*. Fondo de Cultura Económica.

Avances clínicos y de investigación para la prevención de la demencia: Biomarcadores y signos tempranos

Clinical and Research Advances in Dementia Prevention: Biomarkers and Early Signs

Víctor Alfonso Sanches Quintana¹, Sebastián Gómez Tellez¹, Mariana Lizeth Junco Muñoz²

¹ Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chavez", Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). ² Facultad de Psicología, UMSNH.

Contacto: mariana.junco@umich.mx

Resumen. Las patologías que presentan deterioro cognitivo, como lo es la enfermedad de Alzheimer, son algunas de las principales causas de morbilidad en población adulta. Además, su incidencia aumenta con el envejecimiento. El incremento de la población adulta mayor impulsa la búsqueda de métodos eficaces para la detección oportuna de la susceptibilidad a desarrollar demencia. La búsqueda de un diagnóstico diferencial en estadios preclínicos, requiere técnicas que contemplen parámetros fisiológicos, morfológicos y conductuales, ya que actualmente el diagnóstico se realiza en primera instancia a través de criterios clínicos. En México la observación es la principal técnica utilizada como primera aproximación al padecimiento. Realizamos una revisión sistemática de diversas técnicas, como los biomarcadores, aspectos clínicos (signos y síntomas tempranos del deterioro cognitivo) y predisposición a desarrollar demencia, proponiendo alternativas como el análisis de la actividad electroencefalográfica y la evaluación de la calidad de memoria visoespacial.

Palabras clave. Deterioro cognitivo, biomarcadores, detección oportuna.

Abstract. Cognitive disorders, such as Alzheimer's Disease, are among the leading causes of morbidity in the adult population. Furthermore, their incidence increases with aging. The growth of the older adult population drives the search for effective methods for the timely detection of susceptibility to develop dementia. The search for a differential diagnosis in preclinical stages requires techniques that encompass physiological, morphological, and behavioral parameters, as current diagnoses are initially made through clinical criteria. In Mexico, observation is the primary technique used as the first approach to the condition. We conducted a systematic review of various techniques, such as biomarkers, clinical aspects (early signs and symptoms of cognitive decline) and predisposition to develop dementia, proposing alternatives such as the analysis of electroencephalographic activity and the assessment of visuospatial memory quality.

Keywords. Cognitive impairment, biomarkers, timely detection.

Introducción.

A nivel mundial se ha reportado un incremento de la población adulta mayor de 50 años, lo que ha marcado la tendencia para desarrollar e implementar investigaciones prioritarias en el sector salud para la atención de dicha población y así amortiguar el impacto en fenómenos sociales relacionados, como lo es el económico. La Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México 2021 (ENASEM; Figura 1) estimó una población de 53 años y más, de 25.9 millones de personas: 45.6 % correspondió a hombres y 54.4 %, a mujeres, siendo las enfermedades que más afectaron a la población la hipertensión arterial (43.3 %), diabetes (25.6 %) y artritis (10.7 %). Esta transición demográfica del índice poblacional aumentó el predominio de patologías en el envejecimiento relacionadas con cambios metabólicos que interfieren en la integridad de las funciones cognitivas como la memoria. En el presente trabajo realizamos una búsqueda sistemática de literatura en las bases de datos Medline/PubMed y buscamos en las listas de referencias de artículos. Retomamos aquellos que muestran las opciones con las que se cuenta como biomarcadores tempranos y datos clínicos sugestivos para el desarrollo de demencia.

La demencia es un síndrome que presentan diversas patologías dentro de las contempladas en el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-V) la Enfermedad de Alzheimer (EA, Grande G., Ch. y Fratiglioni, 2020) y asociada a padecimientos vasculares (Lopez-Vázquez et al., 2024), son los de mayor incidencia en la población y presentan un favorable manejo asociado a factores del estilo de vida (Livingston, G. et

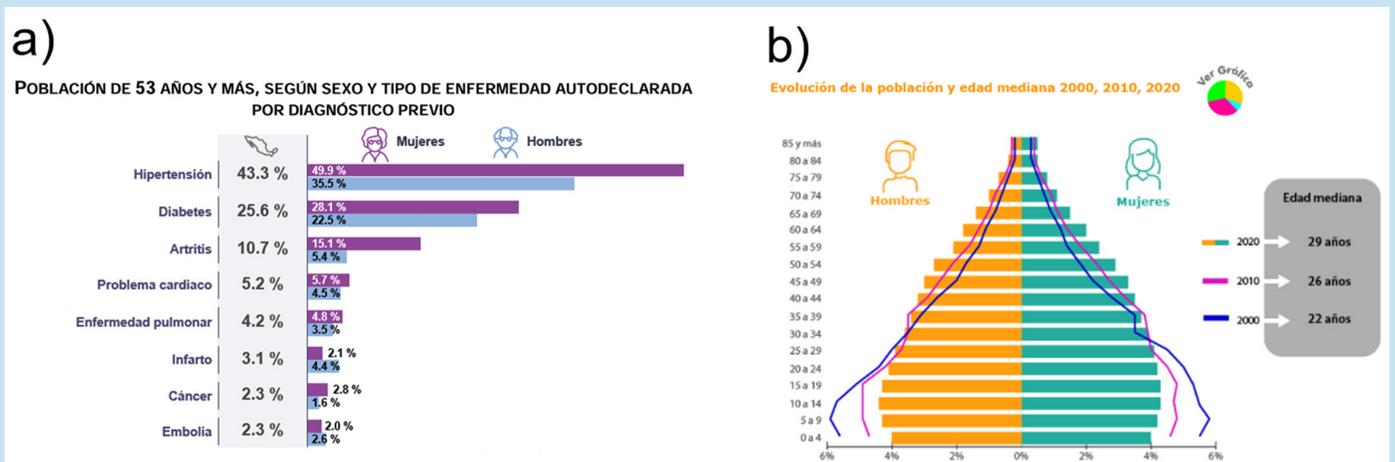


Figura 1. a) Fuente INEGI. Encuesta Nacional Sobre salud y Envejecimiento en México (ENASEM), 2021. b) Fuente INEGI. Censos de Población y Vivienda 2000, 2010 y 2020.

Barreras que demoran el diagnóstico de los problemas cognitivos

Factores relacionados con el personal de salud:

- Edad del médico
- Falta de información en relación con el centro a contactar en caso de estar ante un paciente con demencia
- Falta de conocimiento relacionado con los cuidados de pacientes con demencia.
- Duda acerca de la utilidad de un diagnóstico temprano
- Tendencia a minimizar los problemas cognitivos en pacientes mayores
- Dar prioridad a otros problemas físicos de salud
- Renuencia a hablar sobre los problemas cognitivos con la familia
- Falta de pruebas estandarizadas y desconocimiento acerca de qué pruebas utilizar
- Percepción de que estas pruebas son poco prácticas de realizar en la consulta, e inclusive desagradado al aplicarlas

Factores relacionados con el paciente:

- Baja escolaridad
- Edad (menor y mayor edad)
- Severidad de la demencia.
- Estado civil (soltero)
- Barreras de lenguaje
- No considerar el problema cognitivo como una prioridad para platicar con el médico
- Percepción de tratamientos limitados
- Miedo a la posibilidad de un diagnóstico de demencia

Factores relacionados los cuidadores

- Menor edad (más joven)
- Baja escolaridad
- Area rural
- Asumir que los cambios cognitivos son normales para la edad.
- Percepción de tratamientos limitados para el problema

Figura 2: Barreras que explican la demora en el diagnóstico temprano de la demencia, las cuales comprenden a todos los involucrados en la atención de este grupo de pacientes: personal de salud, paciente y cuidador (Gutiérrez Robledo et al., 2017).

al., 2020), si bien el riesgo de presentar la EA depende en un 60-80% de factores hereditarios siendo la detección a tiempo una ventana a la implementación de mejoras en la atención sanitaria.

Desarrollo.

La demencia es un síndrome clínico caracterizado por un deterioro cognitivo progresivo que en etapas avanzadas que llega a impedir el funcionamiento autónomo a nivel personal y social del individuo. Las personas que presentan deterioro cognitivo leve suelen presentar cambios en la memoria, el lenguaje, el funcionamiento ejecutivo, el estado de ánimo y suele ser un proceso neurodegenerativo prodrómico de la demencia (Graff-Radford, J et al., 2021). Las modificaciones del funcionamiento y/o estructura del cerebro se propone comenzaron a cambiar hasta 20 años antes de presentar los síntomas clínicos evidentes como los olvidos, que ya interfieren en la calidad de vida y autonomía de quien la padece, por ello estos pacientes tienen un diagnóstico en una etapa avanzada de la enfermedad. En pacientes con Enfermedad de Alzheimer (EA) el diagnóstico definitivo y certero del padecimiento se basa en el análisis post-mortem del cerebro (Bonilla-Santos, J et al. 2021).

Los biomarcadores que reflejan con precisión la patología de la EA durante la vida son a día de hoy una parte importante de los criterios de inclusión en los ensayos clínicos (Teunissen, C et al. 2022). Sin embargo, debido a su carácter invasivo y/o alto costo, su uso no se ha extendido al primer nivel de atención, donde se realizan

la mayoría de diagnósticos clínicos de demencia (Simrén, J et al. 2023). Uno de los puntos más importantes de la detección temprana es el retraso y la prevención del deterioro cognitivo mediante el estilo de vida (Livingston, Gill et al., 2020). En conjunto con fármacos modificadores de los síntomas, la prevención e intervención temprana son actualmente las estrategias más viables de manejo al padecimiento (Cope, Z et al. 2022), ya que al momento no se cuenta con un tratamiento que elimine los síntomas una vez manifestados. Se han propuesto factores del paciente y sector salud que limitan el diagnóstico temprano (Figura 2) limitando la implementación de estrategias que favorecen el manejo y evolución del padecimiento.

Los pacientes con un inicio temprano de la enfermedad tienden a tener un curso más agresivo y rápido que aquellos con EA tardía y el tiempo desde el diagnóstico clínico hasta la muerte es muy variado, desde tan poco como 3 años hasta 10 años o más (Lakhman SE, 2017).

¿Cuáles son los marcadores con que se cuenta actualmente?

Apolipoproteína E. En el plasma, la apoE es la principal componente de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y de un grupo de lipoproteínas de alta densidad (HDL), envuelta en la redistribución de triglicéridos y colesterol en diferentes tejidos. En los humanos, el cerebro es el segundo sitio de mayor síntesis de apoE, siendo producida principalmente por astrocitos y por la microglía. Otros estudios han sugerido que,

por lo menos bajo ciertas condiciones, las neuronas humanas pueden sintetizar apoE en cantidades significativas. Comprobando el papel específico de la apoE en la formación de placas amiloides y enmarañados neurofibrilares, existen estudios que muestran que la apoE es uno de los componentes de las placas amiloides cerebrales. La apoE4 promueve la fibrillogénesis in vivo e in vitro del péptido beta-amiloide y la apoE3 se une a la proteína Tau, disminuyendo su tasa inicial de fosforilación y la formación de filamentos. Estos biomarcadores inmunológicos muestran atrofia del lóbulo temporal medial en estudios de Imagen por Resonancia Magnética (IRM), hipometabolismo cingular posterior y temporoparietal de la 18FDG-PET, depósito de β amiloide cortical a través de Tomografía por Emisión de Positrones (PET). Estos biomarcadores han alcanzado validez analítica y clínica, sin embargo, la evidencia aún es insuficiente acerca de su utilidad clínica (Pardi, C et al 2017; Scheltens, P et al. 2021).

Proteína TAU. En células nerviosas sanas, la proteína Tau se encuentra normalmente en los axones, al contrario de los hallazgos en las taupatías, en las cuales esta proteína se localiza en el cuerpo celular y en las dendritas. Hay estudios que señalan que la hiperfosforilación reduce la capacidad de la Tau para estabilizar los microtúbulos, comprometiendo la dinámica microtubular, afectando el transporte intraneuronal, resultando en efectos deletéreos sobre diversos procesos celulares. Cuando la proteína se ve afectada, se altera el transporte axonal, factor vital para la mantención de la homeostasis neuronal. La hiperfosforilación de la proteína Tau favorece la formación de agregados, bloqueando el tráfico intracelular de proteínas neurotróficas y otras proteínas funcionales, resultando en pérdida o disminución en el transporte axonal o dendrítico en las neuronas. Dichos Biomarcadores se obtienen en líquido cefalorraquídeo (LCR) miden niveles de β amiloide42 en LCR, razón A β 42/p-tau y niveles de p-tau181 (Pardi, C et al 2017; Altuna, M et al. 2018).

Evaluaciones neurocognitivas. A través de pruebas de cribado como Montreal Cognitive Assessment (MOCA) que brindan una primera impresión de la integridad del funcionamiento cognitivo y/o pruebas neuropsicológicas, estas son seis pruebas para evaluar la memoria episódica, la memoria a corto plazo y el tiempo de reacción, obteniendo qué las principales características neuropsicológicas del

deterioro cognitivo son: a) aumento del tiempo de reacción que indica una desaceleración en el procesamiento de la información por parte del sistema nervioso central; b) deterioro de la memoria episódica observado en todas las pruebas, más pronunciado para la prueba de memoria verbal, lo que indica afectación bilateral de los lóbulos temporales, con predominio del hemisferio dominante (izquierdo); c) deterioro de la memoria a corto plazo que se ha correlacionado con disfunción del lóbulo frontal. Como se encontró que la memoria episódica estaba muy comprometida medir el tiempo de reacción podría ser un procedimiento útil para monitorear la evolución del deterioro (Carrillo-Mora., 2010).

Discusión.

El enfoque preventivo del deterioro cognitivo asociado a una patología neurodegenerativa radica en la detección oportuna, dando posibilidad a las intervenciones como aquellas centradas en la modulación de la necroptosis que han mostrado resultados exitosos para detener este proceso y así prevenir la progresión de la enfermedad (Balusu, S. et al., 2023). Sin embargo, dicha detección en el período pre-clínico se enfrenta a importantes limitaciones debido al alto costo y baja disponibilidad en hospitales de las técnicas como: la tomografía por emisión de positrones para identificar depósitos de amiloide, biomarcadores en líquido cefalorraquídeo o los biomarcadores en sangre que podrían ofrecer una alternativa viable para un cribado más generalizado. Su implementación efectiva no sólo dependerá de los resultados de estudios más amplios, sino también de la capacidad de los sistemas de salud para integrar estos avances en sus estructuras de atención primaria y económicas (Teunissen, C et al. 2022).

Un enfoque prometedor para la detección temprana del deterioro cognitivo es el uso de tecnologías no invasivas, de bajo costo y amplia accesibilidad en el sector salud público, como el Electroencefalograma (EEG) Cuantitativo y la Imagen por Resonancia Magnética (IRM). Estas técnicas ofrecen información relevante: el EEG cuantitativo mediante la medición de la potencia absoluta proporciona una resolución respecto al tiempo y funcionamiento cortical: mientras que la IRM permite identificar la integridad de las estructuras cerebrales implicadas y aproximarse a parámetros fisiológicos, lo cual representa un enfoque en desarrollo prometedor como marcadores tempranos

(Cope, Z et al. 2022). Aunque la IRM, PET y SPECT son actualmente las modalidades de neuroimagen más utilizadas en investigación del deterioro cognitivo leve, los análisis de la actividad electroencefalográfica cuantitativa tienen el potencial de convertirse en una herramienta valiosa y accesible en la detección de alteraciones sugestivas de EA y padecimientos que cursen deficiencias cognitivas como la demencia (Ahmadiéh, H et al. 2022).

Diversos estudios han investigado el impacto de la EA sobre la actividad cerebral comparando las señales EEG entre individuos sanos y pacientes sospechosos de esta patología. Han mostrado cambios al hacer la comparación de dichos grupos, como ondas de ritmos lentos, reducción de la complejidad y funcionalidad de asociaciones, y comunicación funcional desordenada entre distintas áreas cerebrales (Ahmadiéh, H et al. 2022). Los factores del estilo de vida no afectan directamente la patología de la EA, pero pueden contribuir a un resultado favorable en personas con predisposición genética. De lo dicho anteriormente, destaca el panorama hacia estudios posteriores que validen las pruebas con las que se cuenta actualmente y/o, que se investiguen alternativas que sean efectivas y al mismo tiempo accesibles al primer y segundo nivel de atención para la detección temprana de estas alteraciones cognitivas que, de acuerdo a los cambios en la distribución de la población en nuestro país, aumentarán su prevalencia en los próximos años.

Referencias

Altuna-Azkargorta, M., & Mendioroz-Iriarte, M. (2018). Biomarcadores sanguíneos en la enfermedad de Alzheimer. *Neurología*. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2018.03.006>

Balusu, S., Horré, K., Thrupp, N., Craessaerts, K., Snellinx, A., Serneels, L., T'Syen, D., Chrysidou, I., Arranz, A. M., Sierksma, A., Simrén, J., Karikari, T. K., Zetterberg, H., Chen, W. T., Thal, D. R., Salta, E., Fiers, M., & De Strooper, B. (2023). MEG3 activates necroptosis in human neuron xenografts modeling Alzheimer's disease. *Science*

Bonilla-Santos, Jasmín, Zea-Romero, Erika Yisseth, Cala-Martínez, Dorian Yisela, & González-Hernández, Alfreidis. (2021). Marcadores Cognitivos, Biológicos, Anatómicos Y Conductuales Del Deterioro Cognitivo Leve Y La Enfermedad De Alzheimer. *Una Revisión Sistemática. Revista Ecuatoriana de Neurología*, 30(2), 57-67. <https://doi.org/10.46997/revcuatneurol30200057>

Carrillo-Mora, Paul. (2010). Sistemas de memoria: reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: la memoria semántica. *Salud mental*, 33(1), 85-93. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252010000100010&lng=es&tlng=es

Cope, Z. A., Murai, T., & Sukoff Rizzo, S. J. (2022). Emerging Electroencephalographic Biomarkers to Improve Preclinical to Clinical Translation in Alzheimer's Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.805063>

Farzadfar, F., Naghavi, M., Sepanlou, S. G., Moghaddam, S. S., Dangel, W. J., Weaver, N. D., ... & Mahdavi, M. M. (2022). Health system performance in Iran: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 399(10335), 1625-1645.

Gutiérrez Robledo, L. M., García Peña, M.C., Roa Rojas, P.A, Martínez Ruiz, A.(2017). La Enfermedad de Alzheimer y otras demencias como problema nacional de salud. Academia Nacional de Medicina de México (ANMM). ISBN 978-607-443-721-8

Grande, G., Qiu, Ch. y Fratiglioni, L. (2020). Prevention of dementia in an ageing world: Evidence and biological rationale. *Ageing Research Reviews* 64; 101045, 1568-1637

Graff-Radford, J., Yong, K. X. X., Apostolova, L. G., Bouwman, F. H., Carrillo, M., Dickerson, B. C., Rabinovici, G. D., Schott, J. M., Jones, D. T., & Murray, M. E. (2021). New insights into atypical Alzheimer's disease in the era of biomarkers. *The Lancet Neurology*, 20(3), 222-234. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(20\)30440-3](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(20)30440-3)

López-Vázquez, M. A., Varela-Montes, J., Serrano-Corral, M. L., Junco-Muñoz, M. L., & Olvera-Cortés, M. E. (2024). Interacción del tratamiento y el control de la presión en el deterioro de la memoria incidental visuoespacial en pacientes con hipertensión arterial sistémica. *Archivos de cardiología de México*, 94(1), 25-32.

Hajar Ahmadiéh, & Ghassemi, F. (2022). Assessing the Effects of Alzheimer Disease on EEG Signals Using the Entropy Measure: A Meta-analysis. *Basic and Clinical Neuroscience*, 13(2), 153-164. <https://doi.org/10.32598/bcn.2021.1144.3>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (ENASEM) 2021. <https://www.inegi.org.mx>

Lakhan, S. (2019, May 9). Alzheimer Disease: Practice Essentials, Background, Anatomy. *Medscape.com*. <https://emedicine.medscape.com/article/1134817-overview>

Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Brayne, C., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Costafreda, S. G., Dias, A., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Ogunniyi, A., Orgeta, V., ... Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet (London, England)*, 396(10248), 413-446. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6)

Simrén, J., Elmgren, A., Blennow, K., & Zetterberg, H. (2023). Fluid biomarkers in Alzheimer's disease. *Advances in Clinical Chemistry*, 112, 249-281. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2022.09.006>

Scheltens, P. (2021). Alzheimer's disease. *The Lancet*, 397(10284), 1577-1590. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32205-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32205-4)

Teunissen, C. E., Verberk, I. M. W., Thijssen, E. H., Vermunt, L., Hansson, O., Zetterberg, H., van der Flier, W. M., Mielke, M. M., & Del Campo, M. (2022). Blood-based biomarkers for Alzheimer's disease: towards clinical implementation. *The Lancet. Neurology*, 21(1), 66-77. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00361-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00361-6)

Pardi, P.C, Santos, G.A.A, Silva Gois, J.C, Braz Jr, R.G, & Olave, E. (2017). Biomarkers and Image Markers of Alzheimer's Disease. *International Journal of Morphology*, 35(3), 864-869.

Un balcón del cielo

*Vereda húmeda vestida de flores,
aroma de cedro y encino, de musgo sus colores
con sonidos excelsos de inefable melodía.
Flotando entre nubes con sutil gallardía, se avizora al final,
un balcón del cielo frente al espejo de los dioses.*

*Cautivo ha quedado en sus pupilas doradas,
el divino valle custodiado por montañas.
Su voz cual murmullo del viento
va rozando con dulzura el firmamento,
entre lágrimas de un cielo impregnadas con su aliento.*

*¡Qué forma de besar con su mirar
y desvelar la tez con su trinar!
como la densa niebla que acaricia el lago,
vestigio de la leyenda de amor que con halago
en el balcón del cielo un bello vástago ha dado.*

*¿Qué podría más que el amor profesado?
Cuando la frescura se ha abrazado y la sabiduría amado
¿Qué más se juraría que un amor eterno?
Cuando se lleva el cielo en las entrañas
humectado con el elixir de sus mañanas.*

*¡Te amo! Quedó en una impronta color caramelo,
anidados en un balcón del cielo
donde el amor arropó a los amantes de buen corazón,
reflejándose en el espejo de los dioses con suma devoción
el maravilloso azul del cielo.*

Aspirinas para el alma

En una orilla de la laguna

*Raíz de sangre michoacana, alma de sentir purépecha,
de la coqueta cantera rosa a la altiva catrina que acecha.
Deslizándose con vehemencia van hacia el edén,
desde Quiroga hasta la Laguna de Santa Fe.*

*Espejo de agua que en su aurora sonrosada,
dibuja melancólicas añoranzas y dulces recuerdos
de “Zenaida ingrata” hasta los más íntimos poemas de besos.
Entre vino, charales y una inquebrantable fe ¡Santa Laguna!
Testigo de almas que son dos tornándose una.*

*En una orilla de Santa Fe de la Laguna,
con la esencia de capulín en su mirada serena,
entre brisa de caricias y un sol con su llama eterna,
sus manos entrelazan tejiendo robustas raíces profundas.*

*Laguna de fina y delineada orilla, umbral de reflejos y promesas
donde con el alma en vilo y el corazón inundado de fe,
cincelado entre más de mil páginas blancas,
permanecen sus sueños dorados y está mi amoroso ser.*

Berenice Yahuaca Juárez

berenice.yahuaca@umich.mx

Fotografía tomada de: <https://images.pexels.com/photos/11191852>

Dibujando los días



Webcómic para comer aquí y para llevar comiendo

<https://dibujandolosdias.tumblr.com/>

LO QUE IMAGINO QUE PASA CUANDO ORDENAS ROPA EN SHEIN-WISH-ETC.



©DIBUJANDO LOS DÍAS

Plumas al vuelo

Tres décadas del resurgimiento del arte plumario en Michoacán

Carmen del Pilar Ortega Varela

Contacto: cpiliorva@gmail.com

El día 9 de mayo del presente año en el Centro Cultural Universitario, de nuestra máxima Casa de Estudios, fue inaugurada la exposición "Plumas al vuelo" presentada por el grupo Quetzal coordinado por la maestra y periodista Yolanda Sereno Ayala, para conmemorar tres décadas del rescate y consolidación del Arte plumario en Michoacán, con la exhibición de más de cien obras de la técnica de mosaico plumario, que dan cuenta de alrededor de trescientos premios y reconocimientos obtenidos en distintos concursos de nivel estatal, nacional e internacional, que han contribuido al despertar de este arte en Michoacán.

Desde el año de 1994, bajo el auspicio de la primera Secretaría de Difusión y Extensión Universitaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la Maestra Yolanda Sereno presentó el proyecto de investigación para el rescate de esta técnica milenaria que se

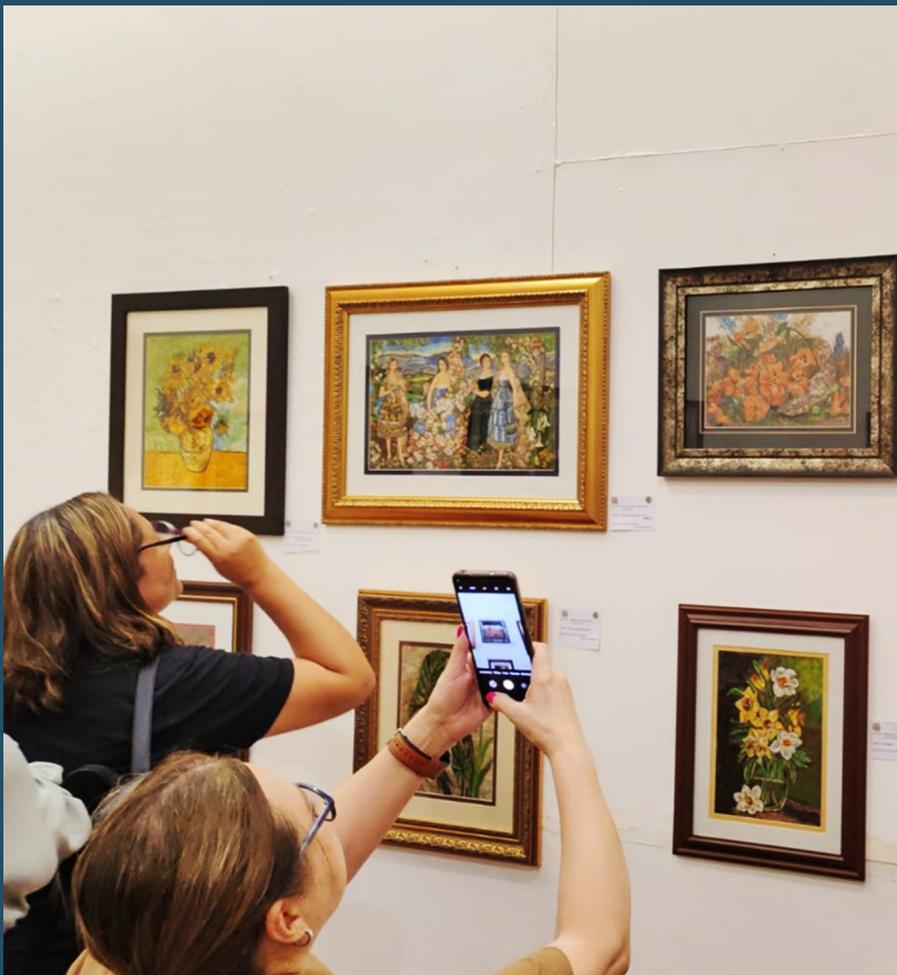




encontraba en proceso de extinción, a pesar de que siempre fue un arte identitario de Michoacán desde la época prehispánica, difundido por Don Vasco de Quiroga después de la conquista, logrando recrearse en el periodo novohispano. A finales del siglo XX esta actividad era mantenida por el maestro Olay en Tlalpujahua, por esta razón Yolanda Sereno estableció en su propuesta de rescate la instalación de un taller escuela que propiciara el desarrollo de nuevos artistas para continuar con esta tradición en la producción artística de Michoacán. Lo que dio origen al *Grupo Quetzal*, el cual se ha mantenido por más de tres décadas activo produciendo y manteniendo viva la esencia y belleza del *Arte Plumario*.

La Universidad Michoacana ha recibido la donación de la obra de Yolanda Sereno Ayala, para integrarla al patrimonio universitario con la finalidad de conservar y difundir nuestra cultura, instalando una sala en el Ex convento de Tiripitío, para contribuir a la preservación de este arte.

Es importante señalar que bajo la dirección de la maestra Sereno, se han formado nuevas generaciones de plumajeros o amantecas michoacanos, quienes además de rescatar esta herencia ancestral están generando nuevas técnicas artísticas y difundiendo nuestra cultura e identidad, con la generación de nuevos talleres en distintas regiones del estado como Acuitzio, Tiripitío, Maravatio y Tlazazalca, así como en Acámbaro Guanajuato; asegurando la sobrevivencia y desarrollo continuado de este arte milenario, sin duda considerado como el más representativo de Michoacán a lo largo de nuestra historia, y del que se conservan obras relevantes por los museos más importantes del mundo. Por esta razón los invitamos a que visiten esta exposición retrospectiva "Plumas al Vuelo" del *Grupo Quetzal* en el Centro Cultural Universitario.



Plumas al vuelo

Tres décadas del resurgimiento del arte plumario en Michoacán

Carmen del Pilar Ortega Varela

El día 9 de mayo del presente año en el Centro Cultural Universitario, de nuestra máxima Casa de Estudios, fue inaugurada la exposición “Plumas al vuelo” presentada por el grupo Quetzal coordinado por la maestra y periodista Yolanda Sereno Ayala, para conmemorar tres décadas del rescate y consolidación del Arte plumario en Michoacán, con la exhibición de más de cien obras de la técnica de mosaico plumario, que dan cuenta de alrededor de trescientos premios y reconocimientos obtenidos en distintos concursos de nivel estatal, nacional e internacional, que han contribuido al despertar de este arte en Michoacán.

