



CIENCIAUANL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



Plásticos invisibles, riesgos reales

● Neuroestimulantes naturales

El impacto del alcohol en la salud bucal

Bacteriófagos vs. bacterias resistentes



Año 29,
Número 138
julio - agosto 2026



Una publicación bimestral de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Santos Guzmán López
Rector

Dr. Mario Alberto Garza Castillo
Secretario general

Mtro. Sergio Manuel Sánchez Trejo
Abogado general

Dr. José Ignacio González Rojas
Secretario de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Dr. Guillermo Elizondo Riojas
Director CienciaUANL

Melissa del Carmen Martínez Torres
Editora

Consejo Editorial

Dr. Sergio Estrada Parra (Instituto Politécnico Nacional, México) /
Dr. Miguel José Yacamán (Universidad de Texas, EUA) / Dr. Juan Manuel Alcocer González (Universidad Autónoma de Nuevo León, México) /

Dr. Bruno A. Escalante Acosta (Instituto Politécnico Nacional, México)

Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores
Diseño: Orlando Javier Izaguirre González
Corrector de inglés: Alejandro César Argueta Paz
Servicio social: Sofía Rangel Rodríguez
Roberto Esparza Alonso
Auxiliar administrativo: Samantha Jaqueline Zavala Salas
Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza

CienciaUANL, Año 29, N° 138, julio-agosto de 2026. Es una publicación bimestral, editada y distribuida por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236, <https://cienciauanl.uanl.mx>, revista.ciencia@uanl.mx. Editora responsable: Melissa del Carmen Martínez Torres. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2021-060322550000-102, ISSN impreso: 3061-8401, Licitud de Título y Contenido: 14914, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor; ISSN-E: 3061-841X. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Responsable de la última actualización de este número: Melissa del Carmen Martínez Torres. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 02 de julio de 2026, tiraje: 1,400 ejemplares. Fecha de última modificación: 02 de julio de 2026.

Esta publicación, en su integridad, y los derechos contenidos en ella, están protegidos por la Ley Federal de Derecho de Autor y la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, por lo que no podrá ser reproducida con fines comerciales sin autorización del editor. Asimismo, queda prohibido cualquier uso sobre esta publicación, sea total o parcial, con fines de entrenamiento de cualquier clase de inteligencia artificial, minería de datos y textos, incluyendo, pero no limitado, la generación o publicación de obras derivadas o contenidos basados total o parcialmente en esta publicación y cualquiera de sus partes pertenecientes a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Las violaciones a estas disposiciones constituyen una infracción en materia de comercio, derechos de autor y un delito.

Publicación indexada a LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2026

CienciaUANL

COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. María Julia Verde Star
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Verónica Sieglin Suetterlin
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Gloria María González González
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Taméz Valdés
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Yolanda Peña Méndez
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Héctor de León Gómez
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

CIENCIAS NATURALES

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

ÍNDICE

6 EDITORIAL

8 CIENCIA Y SOCIEDAD



Plásticos invisibles, riesgos reales: una amenaza para la salud humana

Denise Margarita Rivera-Rivera,
Melissa Marlene Rodríguez-Delgado,
Edgar Javier Méndez-Rosales

18 OPINIÓN



Nanopartículas en protección solar infantil y pieles sensibles: ¿riesgo real o mito moderno?

Rossie Inelle Meneses-Arguelles, Cesar Uriel Rodríguez-Fuentes,
Cynthia Cano-Sarmiento

26 EJES



Bacteriófagos: aliados invisibles en la lucha contra las bacterias resistentes a los antimicrobianos

José M. García-Pérez, Gloria M. González,
Gerardo García-González

40 SECCIÓN ACADÉMICA

41

¿Tus dientes se movieron después de usar *brackets*?
Osiris Jirón-García, Jacqueline Adelina Rodríguez-Chávez,
Dora María Rubio-Castillón

46 CURIOSIDAD



Neuroestimulantes naturales: de rituales ancestrales a terapias de vanguardia

Misael Corona-Ramírez, Israel Jesús Orlando-Guerrero,
Armando Ordaz-Hernández

56 IN MEMORIAM



Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab, visionario y promotor de los recursos vegetales en las zonas áridas del noreste de México

Marco Antonio Alvarado-Vázquez, José Isidro Uvalle-Sauceda

60 CONCIENCIA



El impacto del alcohol en tu salud bucal: lo que necesitas saber
Noemí Espinoza García, María Leonor García-López

72 CIENCIA DE FRONTERA



Yazmín Ramírez Galván, una médica que eligió diagnosticar
María Josefa Santos-Corral

80 SUSTENTABILIDAD



Cambio climático: desafíos y oportunidades educativas
Pedro César Cantú-Martínez

88 COLABORADORES



Inteligencia artificial en medicina: tecnología para ser más humanos

Guillermo Elizondo-Riojas*
ORCID: 0000-0002-9555-430X

* Universidad Autónoma de Nuevo León,
San Nicolás de los Garza, México.
Correo: guillermo.elizondor@uanl.mx

Durante mucho tiempo hemos imaginado la tecnología como algo frío, distante, casi opuesto a lo humano. Cuando pensamos en inteligencia artificial (IA), vienen a la mente máquinas que sustituyen personas, algoritmos que toman decisiones y pantallas que se interponen entre el médico y el paciente. Esta preocupación es comprensible: pocas relaciones son tan delicadas como la que se establece entre quien sufre una enfermedad y aquel que intenta ayudarlo a entenderla, tratarla y, cuando es posible, curarla.

Sin embargo, ha llegado el momento de plantear una pregunta distinta. No solo debemos cuestionarnos si la IA puede hacer más eficientes las ciencias de la salud. Tenemos que meditar si realmente nos lleva a recuperar algo que, paradójicamente, la propia medicina moderna ha ido perdiendo: tiempo para escuchar, claridad en la explicación y capacidad en el acompañamiento.

La medicina contemporánea vive una tensión profunda. Jamás habíamos tenido tantos conocimientos, estudios de laboratorio, imágenes diagnósticas, medicamentos y posibilidades terapéuticas. Con todo esto, muchos pacientes se sienten más confundidos que nunca. Reciben dictámenes con palabras difíciles, resultados llenos de términos técnicos, tratamientos complejos y citas cada vez más breves. Salen del consultorio con más dudas que respuestas. Y no se trata de que el profesional no quiera explicar, es más bien que el sistema de salud suele imponer ritmos apresurados, cargas administrativas excesivas y una enorme presión asistencial.

Aquí es donde la inteligencia artificial adquiere un papel profundamente humano si la usamos con responsabilidad. La IA no debería entenderse como una herramienta que hace diagnósticos más rápidos o procesa grandes cantidades de datos. Su mayor contribución estaría en ayudarnos a traducir la complejidad médica en lenguaje comprensible, en facilitar la comunicación entre doctores y pacientes, liberar tiempo que le permita al profesional de la salud mirar más a los ojos y menos a la pantalla.

Pensemos, por ejemplo, en alguien que recibe un informe difícil de entender: una biopsia, una tomografía, una resonancia magnética o un estudio de sangre. Para el especialista, esos conceptos tienen sentido dentro de un contexto clínico. En cambio, en el paciente pudiera convertirse en una fuente de angustia. Un término como "lesión", "nódulo", "sospechoso" o "hallazgo incidental" puede provocar miedo inmediato, incluso cuando no significa algo grave. Una IA bien diseñada podría desglosar esos resultados en palabras sencillas, sin sustituir al médico, preparando al doliente para hacer mejores preguntas y comprender su situación.

La IA también puede personalizar la explicación. No todos precisamos el informe completo de la misma manera. Algunos necesitan conocer cada detalle técnico; otros, solo una aclaración más general y tranquilizadora. Hay quienes prefieren imágenes, analogías o ejemplos, y aquellos que requieren el registro escrito para leerlo después, con calma. La IA puede adaptar el lenguaje, generar resúmenes entendibles, preparar preguntas frecuentes y proporcionar materiales educativos adecuados a la edad, el nivel de comprensión y las circunstancias.

Uno de mis maestros decía que, en diversas ocasiones, lo único que podemos ofrecerle al paciente es nuestra compañía. Pero acompañar no es

únicamente explicar; es estar presente en el proceso de incertidumbre. En medicina, muchas veces el camino no es inmediato. Hay que aguardar los resultados, confirmar diagnósticos, comparar estudios, valorar opciones, discutir riesgos y tomar decisiones. Ese tiempo puede ser emocionalmente muy difícil. La IA podría ayudar a construir mejores protocolos de seguimiento, recordatorios, orientación y educación continua para que el paciente no se sienta abandonado entre una cita y otra.

Imaginemos un sistema que, después de una consulta médica, entregue al paciente un resumen claro de lo que se habló: cuál es el diagnóstico probable, qué estudios faltan, qué signos de alarma tiene que vigilar, cuándo debe regresar y qué preguntas conviene hacer en la siguiente visita. Este tipo de herramienta no reemplaza la conversación humana, la prolonga, la ordena y la fortalece. El paciente ya no depende de su memoria en un momento de estrés. Posee una guía que puede analizar con tranquilidad y en familia.

Asimismo, debemos reconocer que la inteligencia artificial también asiste al médico. Una parte considerable del tiempo de los profesionales de la salud se consume en tareas administrativas: llenar expedientes, buscar información, revisar antecedentes, redactar notas, organizar datos y cumplir requisitos burocráticos. Si la IA logra reducir dicha carga, el beneficio no será únicamente operativo, sino profundamente humano. Cada minuto que el médico no dedica a una pantalla puede convertirse en tiempo para escuchar mejor, explicar con más calma o acompañar con mayor empatía.

Por supuesto, tal visión no está exenta de riesgos. La IA en medicina se tiene que desarrollar y utilizar con principios éticos claros. No podemos permitir que se convierta en una barrera adicional. No debe despersonalizar la atención, automatizar decisiones sin supervisión ni generar respuestas aparentemente convincentes pero incorrectas. Tampoco ampliar desigualdades entre aquellos con acceso a mejores herramientas digitales y quienes quedan fuera de ellas.

Por eso, el papel de las universidades, los hospitales, los médicos, los investigadores y la sociedad es fundamental. La pregunta no es qué puede hacer la IA, sino qué queremos que haga por nosotros. En medicina, la respuesta debe ser clara: necesita-

mos que ayude a cuidar mejor. Que complemente la inteligencia clínica, no que la sustituya. Que fortalezca la confianza, no que la debilite. Que acerque al paciente al conocimiento, no que lo abrume con información. Que vuelva más eficiente el sistema, sí, pero, sobre todo, que lo haga más humano.

La empatía no se puede delegar a una máquina. La compasión no se programa de manera auténtica. El consuelo, la mirada, el silencio oportuno y la presencia siguen siendo insustituibles. No obstante, la IA crearía condiciones para que esas capacidades vuelvan a ocupar el centro de la atención médica. Ayudaría a explicar mejor, a ordenar la información, a anticipar dudas, a disminuir la incertidumbre y a acompañar con mayor continuidad.

Tal vez el gran desafío de la medicina del futuro no será decidir entre tecnología y humanidad, sino aprender a usar la tecnología con el fin de proteger lo humano. La IA sería una amenaza si la entendemos como sustituto del médico, del diálogo y del juicio clínico. Pero tendríamos una aliada extraordinaria si la convertimos en una herramienta que amplifique nuestras mejores capacidades: comprender, explicar, cuidar y acompañar.

En última instancia, el paciente no quiere solamente un diagnóstico correcto. Busca entender qué le ocurre, qué puede esperar, qué opciones tiene y quién estará con él durante el camino.

Si conseguimos que la inteligencia artificial nos ayude a ofrecer todo eso con mayor calidad, entonces quizá su logro más grande no será hacernos más tecnológicos, sino recordarnos por qué la medicina, antes que cualquier otra cosa, es un acto profundamente humano.

Descarga aquí nuestra versión digital.





Plásticos invisibles, riesgos reales: una amenaza para la salud humana

Denise Margarita Rivera-Rivera*
ORCID: 0000-0003-0877-2390

Melissa Marlene Rodríguez-Delgado*
ORCID: 0000-0003-3240-3560

Edgar Javier Méndez-Rosales**
ORCID: 0009-0001-2212-7542

Los plásticos han transformado la vida moderna, pero su uso creciente plantea un problema ambiental importante. Al degradarse, por acción del sol, el agua o por ruptura mecánica, liberan fragmentos conocidos como microplásticos (partículas menores a 5 mm) (Thompson *et al.*, 2004). Éstos se han detectado en hábitats acuáticos, terrestres y atmosféricos, desde glaciares remotos (Dar y Gani, 2025) hasta playas y entornos urbanos (Wang *et al.*, 2025); también en fauna silvestre, incluidos peces, moluscos, aves y mamíferos marinos (Khu *et al.*, 2025). Esta presencia generalizada hace que lleguen al agua que bebemos, el aire que respiramos y los alimentos que consumimos (Rani, 2022).

Estudios recientes han detectado microplásticos en diversas muestras humanas: cerebro, médula ósea, placenta, sangre, tracto gastrointestinal, pulmones y órganos reproductores (Barceló *et al.*, 2023). Aunque tales hallazgos aún no prueban por sí solos que causen enfermedades, plantean preguntas urgentes sobre las vías de entrada al organismo, procesos de bioacumulación y las posibles implicaciones para la salud, especialmente en grupos vulnerables (Luo *et al.*, 2025).

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.138-1>

* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.

** Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, México.

Contacto: deni.mrr@gmail.com, melissa.rodriguezdl@uanl.edu.mx, javier.mendez@uan.edu.mx

VÍAS DE EXPOSICIÓN

Los microplásticos pueden ingresar al cuerpo humano por cuatro rutas esenciales: ingestión, inhalación, contacto dérmico y procedimientos médicos (Ho *et al.*, 2025) (figura 1). Se estima que una persona podría ingerir hasta cinco gramos de partículas plásticas por semana, lo que equivale al peso de una tarjeta de crédito (Advisors, 2019).

La comida es la vía principal de exposición, ya que en la última década se han detectado microplásticos en una variedad significativa de alimentos: mariscos, sal, ultraprocesados, cultivos (arroz), así como en múltiples niveles tróficos (Kögel *et al.*, 2020). Por ejemplo, en Europa se calcula que una persona puede ingerir alrededor de 11,000 partículas sólo por comer productos del mar en un año, y el consumo total podría situarse entre 39,000 y 52,000 anuales. También se documentan fuentes indirectas: migración desde envases plásticos y liberación por degradación de vajillas. Ejemplos llamativos son el agua embotellada, con promedios de 94 partículas de microplástico por litro, y una sola bolsa de té llega a desprender miles en una taza de 237 ml (Ali *et al.*, 2023).

La inhalación es la segunda vía de exposición relevante: fibras y fragmentos finos en el aire pueden depositarse en distintos puntos del aparato respiratorio. Varios estudios han encontrado microplásticos en la cavidad nasal, esputo, bronquios y tejido pulmonar (Saha y Saha, 2024). El polvo doméstico aporta gran parte de esas partículas en interiores, y los sistemas de ventilación o climatización pueden recircularlas, aumentando la exposición (Jessieleena *et al.*, 2023). Algunas estimaciones indican que un adulto podría inhalar cantidades pequeñas pero constantes cada día, dependiendo la concentración en el viento y del polvo en el hogar (Zhang *et al.*, 2020). Además, otra investigación sugiere que la presencia de microplásticos en las vías aéreas puede estar relacionada con la salud pulmonar o hábitos como el tabaquismo; por ejemplo, en un pequeño estudio se detectaron más de 20 tipos de microplásticos en esputo de pacientes con enfermedades respiratorias (Amato-Lourenço *et al.*, 2021).

Aunque la evidencia señala que es menos relevante comparada con ingestión e inhalación, la absorción dérmica suele ocurrir por contacto con cosméticos, ducha con agua contaminada o roce con telas sintéticas (Rahman *et al.*, 2021). También se han identificado como posibles fuentes dispositivos médicos (catéteres, sondas urinarias y mascarillas) e incluso los pupitales, que pueden liberar fragmentos tras su uso prolongado o exposición a la luz (Liu *et al.*, 2023).

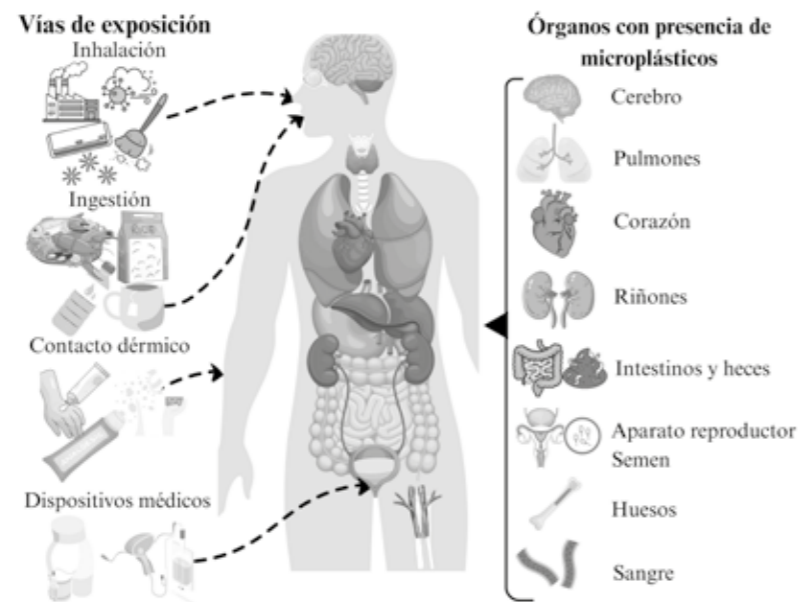


Figura 1. Vías de exposición a microplásticos y órganos potencialmente afectados.

La probabilidad de penetración depende del tamaño, la forma y las propiedades superficiales de la partícula: las más pequeñas (nanoplásticos) poseen mayor potencial de atravesar barreras biológicas, mientras que las más grandes tienden a alojarse en folículos pilosos o glándulas y no atraviesan fácilmente la piel. Por ello, si bien la contribución dérmica parece menor, el uso prolongado de productos con nanoplásticos o la presencia de epidermis dañada justifican más investigación sobre esta ruta de exposición (Menichetti *et al.*, 2024).

Adicionalmente, la presencia de microplásticos en sangre y plasma puede indicar un estado de exposición reciente y acumulativa (Abbas *et al.*, 2025), lo que demuestra que tales partículas no sólo permanecen en el tracto digestivo o pulmones, sino que logran translocarse hacia la circulación sistémica. Aunque inquietantes, estos hallazgos aún son preliminares y requieren estudios amplios, con métodos estandarizados para confirmar patrones de acumulación, entender completamente los mecanismos biológicos involucrados y evaluar plenamente las implicaciones en la salud humana a largo plazo.

PROCESOS DE BIOACUMULACIÓN

Tras entrar al organismo, los microplásticos suelen desplazarse por el tracto gastrointestinal, el sistema respiratorio o, en algunos casos, cruzar barreras biológicas y alcanzar órganos y tejidos profundos. Como consumidores en los niveles superiores de las cadenas alimentarias, las personas pueden experimentar bioacumulación y biomagnificación de microplásticos y de los contaminantes que éstos transportan, incrementando la carga de exposición con el tiempo.

La acumulación no es uniforme: ciertas partículas se retienen preferentemente en secciones específicas según su tamaño, composición química y propiedades superficiales; dicha selectividad parece intensificarse en humanos, favoreciendo la concentración en órganos críticos (Khu *et al.*, 2025). Un estudio *post mortem* reciente encontró que el cerebro los almacena en cantidades significativamente más altas que, por ejemplo, el hígado o riñón (aproximadamente 7 a 30 veces mayores). Esto sugiere una tendencia de acopio preferente, particularmente de polietileno, en el sistema nervioso central (Nihart *et al.*, 2025).

IMPLICACIONES PARA LA SALUD HUMANA

La toxicidad de los microplásticos plantea serias preocupaciones para la salud humana. Aunque la evidencia directa en personas aún es limitada, estudios experimentales y recientes investigaciones señalan posibles efectos: estrés oxidativo, inflamación sistémica, daño mitocondrial, alteraciones endocrinas, reducción de la fertilidad y potencial carcinogénico (Aminzai *et al.*, 2025) (tabla I).

En el sistema respiratorio, la exposición a microplásticos se ha asociado con padecimientos como asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), fibrosis y tumores pulmonares, particularmente en entornos urbanos donde las concentraciones de partículas suspendidas son más elevadas (Li *et al.*, 2022). Hallazgos recientes demuestran efectos en la reproducción humana: una investigación multicéntrica en China encontró una asociación entre la exposición mixta a microplásticos y la disfunción de espermatozoides, con implicaciones para la fertilidad masculina (Zhang *et al.*, 2024).

Tabla I. Microplásticos en el cuerpo humano: tejidos afectados y riesgos asociados.

Tejido/fluido	Polímeros reportados	Patrón/vía probable de exposición	Posibles efectos en los seres humanos	Referencia
Heces (intestino)	PP, PET	Ingestión alimentaria	Alteración microbiota	Xu <i>et al.</i> , 2025.
Sangre	PET, PE, PS	Ingestión/inhalación	Inflamación sistémica	Abbas <i>et al.</i> , 2025.
Placenta	PP, PE, PS	Transferencia transplacentaria	Influencia en desarrollo; alteración endocrina	Borbely, 2024.
Leche materna	PE, PVC, PP	Transferencia por lactancia	Exposición infantil temprana	Xu <i>et al.</i> , 2025.
Pulmonar	PVC, PET	Inhalación	Inflamación respiratoria; estrés oxidativo; fibrosis	Li <i>et al.</i> , 2022.
Testículos/semen	PS, PE, PVC	Ingestión/inhalación y translocación sistémica	Motilidad/Función espermática	Zhang <i>et al.</i> , 2024.

PP (polipropileno); PET (poliéster); PE (polietileno); PS (poliestireno), PVC (policloruro de vinilo).

A nivel neurológico, estudios *post mortem* han evidenciado que los microplásticos se acumulan preferentemente en el cerebro. Un hallazgo particularmente preocupante es que muestras de este órgano en individuos con demencia diagnosticada (Alzheimer, demencia vascular u otras) presentaban concentraciones 7-8 veces más altas (mediana: 26.07 µg/g) que las observadas en sujetos sanos (Nihart *et al.*, 2025). Si bien estos datos son asociativos y no establecen causalidad, sugieren una posible relación entre la carga de microplásticos y los trastornos neurodegenerativos, un tema que requiere investigación urgente.

Además, los microplásticos pueden actuar como vectores químicos, transportando plastificantes, retardantes de llama, metales pesados y compuestos persistentes que, liberados en condiciones fisiológicas, aumentan la toxicidad más allá del impacto físico de la partícula en sí. Dado que ya experimentamos bioacumulación y biomagnificación por nuestra posición en cadenas

tróficas, estos contaminantes químicos amplían aún más los riesgos potenciales (Khu *et al.*, 2025).

Los efectos varían según el tipo y tamaño de partícula, composición, polímero, dosis y duración de la exposición, vía de entrada, edad y estado de salud del individuo (Mohamed Nor *et al.*, 2021). Por ello, se requieren enfoques interdisciplinarios y protocolos estandarizados para evaluar riesgos con mayor precisión y disminuir las brechas existentes en el conocimiento. Frente a la incertidumbre, el principio de precaución cobra especial relevancia. Reducir las fuentes de emisión, mejorar el tratamiento de aguas residuales, fomentar investigación sobre exposiciones reales y proteger a los grupos más vulnerables como niños y mujeres embarazadas (Ragusa *et al.*, 2022), son acciones prioritarias para mitigar los riesgos potenciales. Estas estrategias, junto con enfoques interdisciplinarios de monitoreo y comunicación de la amenaza, resultan fundamentales si se desea salvaguardar la salud humana.

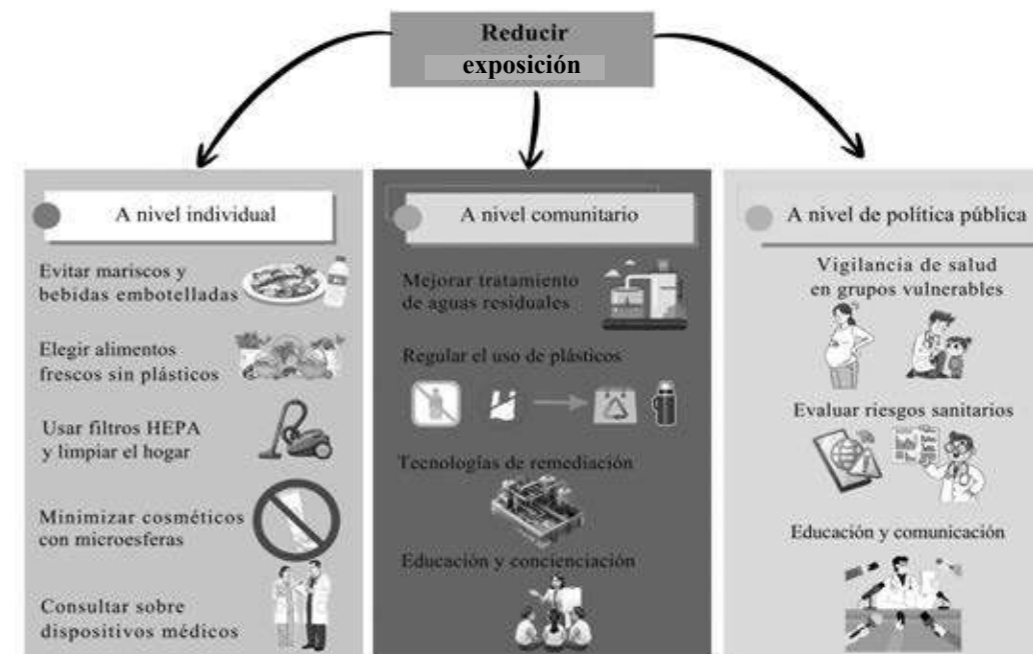


Figura 2. Propuestas de prevención para reducir la exposición humana a microplásticos.

PROPUESTAS DE PREVENCIÓN PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN HUMANA A MICROPLÁSTICOS

Frente a la evidencia creciente de ubicuidad de los microplásticos, y ante la incertidumbre sobre sus efectos en la salud humana, es imperativo implementar medidas de prevención. Aunque la exposición es inevitable, su magnitud puede ser reducida mediante intervenciones en tres niveles complementarios (figura 2).

Estas intervenciones coordinadas son esenciales para reducir la exposición actual y futura a este contaminante emergente.

CONCLUSIONES

Los microplásticos se han convertido en un contaminante ubicuo presente en agua, suelo, atmósfera y cadenas alimentarias. La exposición es inevitable a través de múltiples rutas: ingestión, inhalación, absorción dérmica y procedimientos médicos. Aunque la evidencia actual no permite establecer las causas definitivas con enfermedades específicas en humanos, los hallazgos recientes generan preocupación fundamentada: estudios documentan bioacumulación preferente en el cerebro, asociaciones con disfunción reproductiva, y respuestas inflamatorias, oxidativas y endocrinas en modelos experimentales.

Ante esta exposición generalizada con efectos aún en proceso de verificación, es imperativo aplicar el principio de precaución. Las acciones prioritarias incluyen: 1) reducir emisiones de

microplásticos en manufactura y consumo; 2) mejorar el tratamiento de aguas residuales; 3) investigación rigurosa para caracterizar vías de exposición, mecanismos de bioacumulación y efectos sanitarios; 4) proteger grupos vulnerables como niños y mujeres embarazadas, y 5) fortalecer la educación pública basada en evidencia.

Comprender plenamente los riesgos sanitarios de los microplásticos requiere avances en metodologías estandarizadas, estudios epidemiológicos prospectivos y enfoques interdisciplinarios que integren toxicología, ecología, salud pública e ingeniería ambiental.

REFERENCIAS

Abbas, Ghulam, Ahmed, Usama, y Ahmad, Muhammad A. (2025). Impact of Microplastics on Human Health: Risks, Diseases, and Affected Body Systems, *Microplastics*, 4(2), 23, <https://doi.org/10.3390/microplastics4020023>

Advisors. (2019). No plastic in nature: assessing plastic ingestion from nature to people, *World Wide Fund For Nature (WWF)*, 15.

Ali, Tooba, Habib, Ashna, Muskan, Fiza, et al. (2023). Health risks posed by microplastics in tea bags: microplastic pollution-a truly global problem, *International Journal of Surgery*, 109(3), 515-516, <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000055>

Amato-Lourenço, Luís F., Carvalho-Oliveira, Regiani, Júnior, Gabriel R., et al. (2021). Presence of airborne microplastics in human lung tissue, *Journal of Hazardous Materials*, 416, 126124, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126124>

Aminzai, Mohammad T., Yildirim, Metin, Yabalak, Erdal. (2025). Microplastics in the human body and environment: Pathways, health impacts, detection, and removal strategies, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13(6), 119200, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.119200>

Barceló, Damià, Picó, Yolanda, Alfarhan, Ahmed H. (2023). Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 101, 104204, <https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104204>

Borbely, Alexandre U. (2024). Polystyrene microplastics are harmful to human placenta, *Placenta*, 153, e7, <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2024.05.021>

Dar, Shahid A., Gani, Khalid M. (2025). Microplastic pollution in the glaciers, lakes, and rivers of the Hindu Kush Himalayas: Knowledge gaps and future perspectives, *Science of The Total Environment*, 976, 179304, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179304>

Ho, Chia M., Feng, Weiyang, Li, Xiaofeng, et al. (2025). Microplastic distribution and its implications for human health through marine environments, *Journal of Environmental Management*, 382, 125427, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125427>

Jessieleena, Angel, Rathinavelu, Sasikaladevi, Velmaiel, Kiruthika E., et al. (2023). Residential houses-a major point source of microplastic pollution: insights on the various sources, their transport, transformation, and toxicity behavior, *Environmental Science and Pollution Research*, 30(26), 67919-67940, <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26918-1>

Khu, Soon-T., Li, Fang, Zhao, Weigao. (2025). Microplastics in drinking water distribution systems: Occurrence, environmental behavior, and human health concerns, *Environmental Pollution*, 382, 126666, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.126666>

Kögel, Tanja, Bjørøy, Ørjan, Toto, Benuarda, et al. (2020). Micro- and nanoplastic toxicity on aquatic life: Determining factors, *Science of The Total Environment*, 709, 136050, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136050>

Li, Xuran, Zhang, Tongtong, Lv, Wenting, et al. (2022). Intratracheal administration of polystyrene microplastics induces pulmonary fibrosis by activating oxidative stress and Wnt/ β -catenin signaling pathway in mice, *Ecotoxicology and*

Environmental Safety, 232, 113238, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113238>

Liu, Yuxuan, Ling, Xin, Jiang, Runren, et al. (2023). High-Content Screening Discovers Microplastics Released by Contact Lenses under Sunlight, *Environmental Science y Technology*, 57(23), 8506-8513, <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c01601>

Luo, Qingxin, Tan, Haowen, Ye, Mao, et al. (2025). Microplastics as an emerging threat to human health: An overview of potential health impacts, *Journal of Environmental Management*, 387, 125915, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125915>

Menichetti, Arianna, Mordini, Dario, Montalti, Marco. (2024). Penetration of Microplastics and Nanoparticles Through Skin: Effects of Size, Shape, and Surface Chemistry, *Journal of Xenobiotics*, 15(1), 6, <https://doi.org/10.3390/jox15010006>

Mohamed Nor, Nur, H., Kooi, Merel, Diepens, Noël J., et al. (2021). Lifetime Accumulation of Microplastic in Children and Adults, *Environmental Science y Technology*, 55(8), 5084-5096, <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07384>

Nihart, Aalexander J., García, Marcus A., El Hayek, Eliane, et al. (2025). Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains, *Nature Medicine*, 31(4), 1114-1119, <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03453-1>

Ragusa, Antonio, Notarstefano, Valentina, Svelato, Alessandro, et al. (2022). Raman Microspectroscopy Detection and Characterisation of Microplastics in Human Breastmilk, *Polymers*, 14(13), 2700, <https://doi.org/10.3390/polym14132700>

Rahman, Arifur, Sarkar, Atanu, Yadav, Om P., et al. (2021). Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review, *Science of The Total Environment*, 757, 143872, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>

Rani, Archana. (2022). Types and Sources of Microplastics; The Ubiquitous Environment Contaminant: A Review, *Journal of Polymer Materials*, 39(1-2), 17-35, <https://doi.org/10.32381/JPM.2022.39.1-2.2>

Saha, Suvash C., Saha, Goutam. (2024). Effect of microplastics deposition on human lung airways: A review with computational benefits and challenges, *Heliyon*, 10(2), e24355, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24355>

Thompson, Richard C., Olsen, Ylva, Mitchell, Richard P., et al. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic?, *Science*, 304(5672), 838-838, <https://doi.org/10.1126/science.1094559>

Wang, Yung-L., Lin, Yen-C., Liu, Wen-C., et al. (2025). Air pollution and its impacts on health: Focus on microplastics and nanoplastics, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 299, 118402, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.118402>

Xu, Jingyan, Qu, Jianli, Jin, Hangbiao, et al. (2025). Associations between microplastics in human feces and colorectal cancer risk, *Journal of Hazardous Materials*, 495, 139099, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.139099>

Zhang, Chen, Zhang, Guanghui, Sun, Kuan, et al. (2024). Association of mixed exposure to microplastics with sperm dysfunction: a multi-site study in China, *EBioMedicine*, 108, 105369, <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2024.105369>

Zhang, Qun, Xu, Elvis G., Li, Jiana, et al. (2020). A Review of Microplastics in Table Salt, Drinking Water, and Air: Direct Human Exposure, *Environmental Science y Technology*, 54(7), 3740-3751, <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04535>

Recibido: 7/10/2025
Aceptado: 9/12/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



Plásticos invisibles, riesgos reales: una amenaza para la salud humana

Invisible plastics, real risks: a threat to human health

RESUMEN

Los microplásticos están presentes en agua, suelo, atmósfera, flora y fauna, además de que se han detectado en tejidos, fluidos y sistemas biológicos humanos, lo que genera preocupación por los efectos en la salud. La exposición ocurre por ingestión, inhalación, contacto dérmico y vías médicas relacionadas con dispositivos y procedimientos. Estudios in vitro y en animales muestran respuestas inflamatorias, estrés oxidativo, daño mitocondrial, alteraciones endocrinas y capacidad para transportar aditivos y contaminantes. La evidencia epidemiológica humana aún es limitada. Ante esta incertidumbre se recomienda aplicar el principio de precaución, implementar medidas de prevención y priorizar investigación sobre riesgos sanitarios.

Palabras clave: microplásticos, exposición humana, ingestión, inhalación, salud pública.

ABSTRACT

Microplastics are present in water, soil, the atmosphere, flora and fauna, and have also been detected in human tissues, fluids and biological systems, which raise concern about their effects on health. Human exposure occurs through ingestion, inhalation, dermal contact, and medical pathways related to devices and procedures. In vitro and animal studies provide evidence of inflammatory responses, oxidative stress, mitochondrial damage, endocrine alterations, and the ability to transport additives and contaminants. Human epidemiological evidence remains limited; given this uncertainty, the precautionary principle should be applied, preventive measures implemented and research on health risks prioritized.

Keywords: microplastics, human exposure, ingestion, inhalation, public health.





Nanopartículas en protección solar

infantil y pieles sensibles: ¿riesgo real o mito moderno?



Rossie Inelle Meneses-Arguelles*
ORCID: 0009-0003-2347-3652

Cesar Uriel Rodríguez-Fuentes*
ORCID: 0009-0003-3690-1257

Cynthia Cano-Sarmiento*
ORCID: 0000-0002-9079-6748

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.138-2>

* Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México.
Contacto: inellemeneses@hotmail.com, cesarrodriguef@hotmail.com, cynthia.cs@veracruz.tecnm.mx

La piel es el órgano más extenso del cuerpo humano y actúa como barrera natural frente a diversos factores ambientales, entre ellos la radiación ultravioleta (UV) proveniente del sol. Esta forma de radiación, presente incluso en días nublados, puede provocar alteraciones inmediatas (quemaduras, eritema) y a largo plazo (envejecimiento prematuro o fotocarcinogénesis), donde uno de los principales mecanismos mediante los cuales causa daño es la generación de radicales libres (moléculas inestables capaces de reaccionar con lípidos, proteínas y ADN, provocando estrés oxidativo y consecuencias biológicas directas) (Jung *et al.*, 2008; Lyon *et al.*, 2020). Por ello, la integridad de la barrera cutánea y la eficacia de los protectores solares son fundamentales para minimizar los efectos nocivos de estos radicales (Nasir *et al.*, 2011).

Durante la infancia y adolescencia, el impacto de permanecer mucho tiempo a la intemperie es particularmente relevante; de acuerdo con estudios epidemiológicos, entre el 25 y el 50% de la exposición acumulada hasta los 60 años ocurre antes de los 20 (Gilaberte y Carrascosa, 2011). Esta alta exposición en etapas tempranas es crítica, debido a que la piel en la población infantil presenta características estructurales más sensibles (menor grosor de capa dérmica y capacidad antioxidante inferior), haciéndolos más vulnerables al daño de los rayos UV, siendo necesario el uso de protectores solares para prevenirlo, reducir la exposición y la aparición de cáncer cutáneo en la adultez.

Los protectores solares son formulaciones que tienen compuestos orgánicos que pueden atenuar la radiación UV mediante mecanismos de absorción; o inorgánicos, que actúan por reflexión, dispersión o incluso una mezcla de ambos. No obstante, aunque los filtros orgánicos como el octinoxato, la avobenzona y el ensulizol han demostrado buena eficacia, suelen estar asociados con reacciones alérgicas en población sensible, especialmente entre los seis meses y los 15 años (Cox, Diffey y Farr, 1992; Hegde *et al.*, 2024).

A diferencia de los protectores para adultos, que pueden contener filtros orgánicos más eficientes, pero con mayor potencial irritante, en pieles delicadas o con dermatitis atópica y en la edad pediátrica se prefieren los inorgánicos, con el fin de minimizar la exposición a compuestos con posibles reacciones adversas (Valdivielso *et al.*, 2009). De esta manera, para dichas poblaciones las formulaciones solares priorizan el uso de los filtros inorgánicos

como el dióxido de titanio y el óxido de zinc, los cuales, en su forma micrométrica (>1000 nm), ofrecen protección eficaz frente a la radiación UV al depositarse sólo en la epidermis, reduciendo la posibilidad de reacciones alérgicas. Sin embargo, su uso presenta características estéticas y sensoriales que generalmente no son agradables, siendo una de las principales el efecto blanquecino que deja su aplicación sobre la piel, en conjunto con una sensación arenosa y posible mala cobertura (Tanner, 2006).

Formulaciones recientes han logrado subsanar tales retos mediante la reducción de estas partículas a escala nanométrica. De acuerdo con Osmond y McCall (2010), las nanopartículas de óxido de zinc presentan una distribución más uniforme, mejorando tanto la eficacia como la apariencia del protector, sin embargo, su incorporación también ha generado inquietudes respecto a su absorción a través de la piel, sus efectos a nivel celular y su seguridad en poblaciones con especial sensibilidad a formulaciones tóxicas.

¿QUÉ SON LAS NANOPARTÍCULAS Y PARA QUÉ SE USAN?

Para entender a qué nos referimos con nanopartículas de óxido de zinc, tenemos que definir qué son las nanopartículas en primer lugar: son estructuras diminutas que miden entre 1 y 100 nanómetros (nm), cada uno de los cuales equivale a la millonésima parte de un milímetro y que por su escala manifiestan un aumento de su área superficial y modifican sus propiedades físicas, químicas y ópticas, lo que puede otorgar beneficios adicionales o aspectos negativos como toxicidad, dependiendo de su uso.

Para el óxido de zinc (compuesto fotoprotector utilizado en formulaciones infantiles por presentar baja toxicidad) las partículas en el rango de 40-100 nm no sólo absorben y dispersan la luz UV, sino que también captan, en gran medida, longitudes de onda visibles, característica que hace que los protectores solares no sean percibidos sobre la piel. Además, debido a su naturaleza semiconductor, puede absorber y disipar la energía excitada en forma de calor, fenómeno que, en conjunto con su alta área superficial, explica su amplia defensa, especialmente en la región UVA (Popov *et al.*, 2005; Schneider y Lim, 2016). Asimismo, destacan por su fotoestabilidad, conservando su eficacia incluso tras exposiciones prolongadas sin degradarse ni perder capacidad protectora (Irede *et al.*, 2024). No obstante, se mantiene una postura de precaución en formulaciones en aerosol debido al potencial carcinogénico asociado con la inhalación de nanopartículas, prefiriendo aplicaciones tópicas (Schneider y Lim, 2016).

¿LAS NANOPARTÍCULAS PENETRAN LA PIEL?

La principal preocupación sobre el uso de nanopartículas de óxido de zinc en bloqueadores solares infantiles es la posibilidad de que atraviesen la barrera cutánea y alcancen la circulación sistémica. Para entender por qué esto es poco probable, es necesario conocer primero el papel del estrato córneo: la capa más externa de la epidermis que está compuesta por corneocitos (células muertas) y lípidos intercelulares, los cuales forman una barrera altamente efectiva contra el ingreso de partículas y sustancias, atrapando las nanopartículas y evitando que lleguen a zonas más internas, incluso en presencia de poros o secciones exfoliadas. Existen reportes toxicológicos que apo-

yan esta información, confirmando que la penetración de nanopartículas está limitada a regiones externas de folículos capilares y capas superficiales del estrato córneo (Hashempour *et al.*, 2018).

Entre los estudios que respaldan su uso se encuentra el realizado por Mohammed *et al.* (2019), quienes evaluaron la aplicación repetida de nanopartículas de óxido de zinc en personas voluntarias por cinco días; encontraron que no existe una absorción sistémica y confirmaron su perfil de seguridad en población infantil. Por otra parte, Gulson *et al.* (2010) llevaron a cabo un ensayo en condiciones reales de uso al aire libre, en el que participaron 20 sujetos con edades en el rango de 20-30 años (11 en el grupo "nano", con partículas de aproximadamente 19 nm, y nueve en el "bulk", con partículas mayores a 100 nm), sus resultados mostraron que casi todo del óxido de zinc permaneció en la superficie de la piel, detectándose que sólo una milésima parte de la dosis aplicada fue absorbida y no representa relevancia clínica ni tóxica.

También existe una rigurosa evidencia científica en la bibliografía señalando que la piel sana e intacta constituye una barrera eficaz frente al peligro de nanopartículas (Liang *et al.*, 2013). En particular, estudios con óxido de zinc han mostrado que no se detecta penetración hacia la epidermis viable, ni siquiera en individuos con psoriasis, una condición caracterizada por mayor sensibilidad cutánea, lo cual descarta la absorción significativa de nanopartículas (Lin *et al.*, 2013; Pinheiro *et al.*, 2013). De igual forma, estudios dermatológicos, mediante rastreo en modelos con cuero porcino dañado, confirman baja absorción más allá del estrato córneo, sugiriendo que es seguro su uso aun en personas con lesiones (Schneider y Lim, 2019).

Adicionalmente, una estrategia para minimizar las preocupaciones asociadas al uso de óxido de zinc es el recubrimiento de estas con materiales

compatibles con la piel: biopolímeros, siliconas, lípidos, entre otros, con múltiples ventajas como evitar la formación de radicales al exponerse a la luz, reducir el potencial irritante y prevenir su oxidación, manteniendo la eficacia fotoprotectora a largo plazo (Schneider y Lim, 2019).

Los hallazgos de Mohammed *et al.* (2019) refuerzan esta evidencia, al evaluar en su estudio la aplicación de nanopartículas de óxido de zinc, tanto recubiertas como sin recubrimiento, en voluntarios con piel intacta y con barrera cutánea comprometida bajo condiciones normales de uso, donde no se detectó penetración significativa hacia la epidermis viable, ni alteraciones metabólicas indicativas de toxicidad, reforzando la confianza del uso de nanopartículas con y sin recubrimiento incluso en piel vulnerable.

En cuanto a regulaciones, la seguridad de estas formulaciones está respaldada por diferentes marcos normativos; en Europa, el Comité Científico en Seguridad del Consumidor (SCCS) concluye que las nanopartículas de ZnO superiores a 100 nm no presentan riesgos para la salud humana cuando se aplican de manera tópica, siempre que se respeten las concentraciones máximas y no se utilicen en productos en aerosol que puedan ser inhalados.

De acuerdo con el reglamento europeo (CE) No 1223/2009, los cosméticos que contienen nanopartículas deben notificar su uso antes de su comercialización y ser etiquetados de forma clara con la palabra "nano" (Vieira *et al.*, 2024). En México, la Cofepris supervisa la seguridad mediante la NOM-141-SSA1/SCFI-2012 y la NOM-259-SSA1-2022, que garantizan su calidad e inocuidad. Aunque todavía no existen regulaciones específicas para nanopartículas, este marco nacional es una especie de filtro preventivo, evitando la introducción de ingredientes sin la debida evaluación y reforzando la confianza en la seguridad de los productos.

CONSIDERACIONES FINALES

La protección solar en población vulnerable, como niños y personas con piel sensible, requiere especial atención debido a características fisiológicas particulares. En los infantes, la barrera cutánea es más delgada e inmadura, lo que facilita la absorción de sustancias tóxicas. Por su parte, las pieles sensibles en adultos suelen presentar mayor tendencia a irritaciones o reacciones alérgicas. En ambos escenarios, se vuelve fundamental utilizar filtros solares estables, eficaces y con bajo potencial alergénico (Phadungsaksawasdi y Sirithanabadeekul, 2020).

Si bien la percepción pública puede generar inquietudes sobre la seguridad de las nanopartículas, la evidencia científica acumulada indica que si se emplean correctamente en formulaciones controladas, los riesgos son mínimos y ampliamente gestionables (Leite-Silva *et al.*, 2013). Las nanopartículas de óxido de zinc son una herramienta confiable y eficaz en la protección contra la radiación ultravioleta, cuando están recubiertas, ofrecen una capa extra de seguridad, lo que las hace especialmente adecuadas para la piel delicada de los niños y las personas con piel sensible.

Es importante recordar que no son las nanopartículas en sí las que representan un riesgo, sino la manera en que se formulan los productos: una base bien diseñada asegura que los filtros funcionen correctamente, sin irritaciones ni consecuencias adversas. Aunque la investigación sigue avanzando y se necesitan más estudios a largo plazo, la evidencia actual permite confiar en que los bloqueadores solares con nanopartículas ofrecen una protección efectiva y segura.

REFERENCIAS

Cox, Neil, Diffey, Brian, Farr, Peter. (1992). The relationship between chronological age and the erythral response to ultraviolet B radiation, *The British Journal of Dermatology*, 126(4), 315-319.

Gilaberte, Yolanda, Carrascosa, José M. (2014). Realidades y retos de la fotoprotección en la infancia, *Actas Dermo-Sifiligráficas*, 105(3), 253-262.

Gulson, Brian, McCall, Maxine, Korsch, Michael, *et al.* (2010). Small amounts of zinc from zinc oxide particles in sunscreens applied outdoors are absorbed through human skin, *Toxicological Sciences*, 118(1), 140-149.

Hashempour, Sara, Ghanbarzadeh, Saeed, Maibach, Howard, *et al.* (2019). Skin toxicity of topically applied nanoparticles, *Therapeutic Delivery*, 10(6), 383-396, <https://doi.org/10.4155/tde-2018-0060>

Hegde, Aswathi R., Kunder, Manisha U., Narayanaswamy, M., *et al.* (2024). Advancements in sunscreen formulations: integrating polyphenolic nanocarriers and nanotechnology for enhanced UV protection, *Environ Sci Pollut Res*, 31, 38061-38082, <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33712-0>

Irede, Egwonon L., Awoyemi, Raymond F., Owolabi, Babatunde, *et al.* (2024). Cutting-edge developments in zinc oxide nanoparticles: synthesis and applications for enhanced antimicrobial and UV protection in healthcare solutions, *RSC Advances*, 14(29), 20992-21034.

Jung, Katinka, Seifert, Marietta, Herrling, Thomas, *et al.* (2008). UV-generated free radicals (FR) in skin: their prevention by sunscreens and their induction by self-tanning agents, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 69(5), 1423-1428.

Leite-Silva, Vânia R., Le Lamer, Marina, Sánchez, Washington Y., *et al.* (2013). The effect of formu-

lation on the penetration of coated and uncoated zinc oxide nanoparticles into the viable epidermis of human skin in vivo, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 84(2), 297-308.

Liang, Xiao W., Xu, Zhi P., Grice, Jeffrey, *et al.* (2013). Penetration of nanoparticles into human skin, *Current Pharmaceutical Design*, 19(35), 6353-6366.

Lin, Lynlee L., Grice, Jeffrey E., Butler, Margaret K., *et al.* (2011). Time-correlated single photon counting for simultaneous monitoring of zinc oxide nanoparticles and NAD(P)H in intact and barrier-disrupted volunteer skin, *Pharmaceutical Research*, 28(11), 2920-2930.

Lyons, Alexis B., Trullas, Carles, Kohli, Indermeet, *et al.* (2020). Photoprotection beyond ultraviolet radiation: A review of tinted sunscreens, *Journal of the American Academy of Dermatology*, advance online publication, <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.04.079>

Mohammed, Yousuf, Holmes, Amy, Haridass, Isha N., *et al.* (2019). Support for the safe use of zinc oxide nanoparticle sunscreens: lack of skin penetration or cellular toxicity after repeated application in volunteers, *Journal of Investigative Dermatology*, 139(2), 308-315.

Nasir, Adnan, Wang, Steven, Friedman, Adam. (2011). The emerging role of nanotechnology in sunscreens: an update, *Expert Review of Dermatology*, 6(5), 437-439.

Osmond, Megan, McCall, Maxine. (2010). Zinc oxide nanoparticles in modern sunscreens: an analysis of potential exposure and hazard, *Nanotoxicology*, 4(1), 15-41.

Phadungsaksawasdi, Pawit, Sirithanabadeekul, Punyaphat. (2020). Ultraviolet filters in sunscreen products labeled for use in children and for sensitive skin, *Pediatric Dermatology*, 37(4), 632-636.

Pinheiro, Teresa, Pallon, Jan, Alves, L. *et al.* (2007). The influence of corneocyte structure on the interpretation of permeation profiles of nanoparticles across skin, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 260(1), 119-123.

Popov, Alexey, Priezzhev, Alexander, Lademann, Jürgen, *et al.* (2005). TiO₂ nanoparticles as an effective UV-B radiation skin-protective compound in sunscreens, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 38, 2564-2570.

Schneider, Samantha, Lim, Henry. (2019). A review of inorganic UV filters zinc oxide and titanium dioxide, *Photodermatology, Photoimmunology y Photomedicine*, 35(6), 442-446, <https://doi.org/10.1111/phpp.12439>

Tanner, Paul. (2006). Sunscreen product formulation, *Dermatologic Clinics*, 24(1), 53-62.

Valdivielso-Ramos, Martha, Mauleón-Fernández, Cristina, Balbín-Carrero, Eva, *et al.* (2009). Fotoprotección en la infancia, *Revista Pediatría de Atención Primaria*, 11(42), 313-324.

Vieira, Daniela, Duarte, Joana, Vieira, Pedro, *et al.* (2024). Regulation and safety of cosmetics: pre- and post- market considerations for adverse events and environmental impacts, *Cosmetics*, 11(6), 184.

Zvyagin, Andrei, Zhao, Xin, Gierden, Audrey, *et al.* (2008). Imaging of zinc oxide nanoparticle penetration in human skin in vitro and in vivo, *Journal of Biomedical Optics*, 13(6), 064031-064031.

Recibido: 7/10/2025
Aceptado: 9/12/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



Nanopartículas en protección solar infantil y pieles sensibles: ¿riesgo real o mito moderno?

RESUMEN

La piel es la primera barrera del cuerpo frente a la radiación ultravioleta, cuya exposición excesiva puede causar envejecimiento prematuro y cáncer; en niños, este riesgo aumenta, haciendo esencial usar protectores solares, prefiriendo aquellos con filtros inorgánicos. Actualmente, las nanopartículas de óxido de zinc representan una alternativa eficaz, ya que ofrecen una defensa alta sin dejar residuos visibles, no obstante, su uso ha generado inquietudes respecto a la posible absorción, efectos a nivel celular y seguridad. Diversos estudios confirman que no penetran capas profundas cutáneas ni generan toxicidad, consolidándose como una opción para proteger la piel infantil y sensible.

Palabras clave: nanopartículas, fotoprotección, piel, radiación UV, seguridad.

Nanoparticles in sunscreens for children and sensitive skin: real risk or modern myth?

ABSTRACT

Skin constitutes the primary barrier of the human body against ultraviolet radiation, whose excessive exposure may cause premature aging and cancer. In children, this risk is higher, making sunscreens usage essential, preferably those containing inorganic filters. Zinc oxide nanoparticles currently represent an effective alternative, as they provide high protection without leaving visible residues on the skin. However, their use has raised concerns regarding potential absorption, cellular effects, and safety. Several studies confirm that these nanoparticles do not penetrate the deeper layers of the skin or cause toxicity, establishing them as a suitable option for protecting sensitive and pediatric skin.

Keywords: nanoparticles, photoprotection, skin, UV radiation, safety.





Bacterió- fagos:

aliados invisibles
en la lucha contra
las bacterias
resistentes a los
antimicrobianos

José M. García-Pérez*
ORCID: 0009-0004-3978-0574

Gloria M. González*
ORCID: 0000-0001-6874-7176

Gerardo García-González*
ORCID: 0000-0003-3287-6886

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.138-3>

* Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
Contacto: garciamanuel027@gmail.com, gloria62@hotmail.com, gerardo.garciagnzi@uanl.edu.mx

ENFERMEDADES INFECCIOSAS: UN RETO PERSISTENTE PARA LA SALUD GLOBAL

Las enfermedades infecciosas continúan siendo un desafío crítico para la salud pública mundial. Son causadas por bacterias, virus, hongos, protozoarios y helmintos, y pueden causar desde colonizaciones o cuadros leves, sin embargo, en pacientes con inmunosupresión o ante cepas virulentas, pueden evolucionar rápidamente y agravarse (van Seventer y Hochberg, 2017).

El tratamiento de infecciones bacterianas se ha basado en antibióticos desde la década de 1940, pero la innovación se estancó en los años noventa. Paralelamente, el uso indiscriminado de éstos favoreció la resistencia antimicrobiana mediante transferencia horizontal de genes y mutaciones adaptativas (Tacconelli *et al.*, 2018). Se estima que para 2050 dicho fenómeno ocasionará diez millones de muertes anuales e impactos económicos de 100 billones de dólares.

Ante este panorama, se han propuesto alternativas terapéuticas como probióticos, nanobióticos, péptidos antimicrobianos, vacunas y, de forma destacada, la terapia con bacteriófagos, la cual ofrece mecanismos de acción distintos a los antibióticos y alta especificidad (Burrowes *et al.*, 2011).

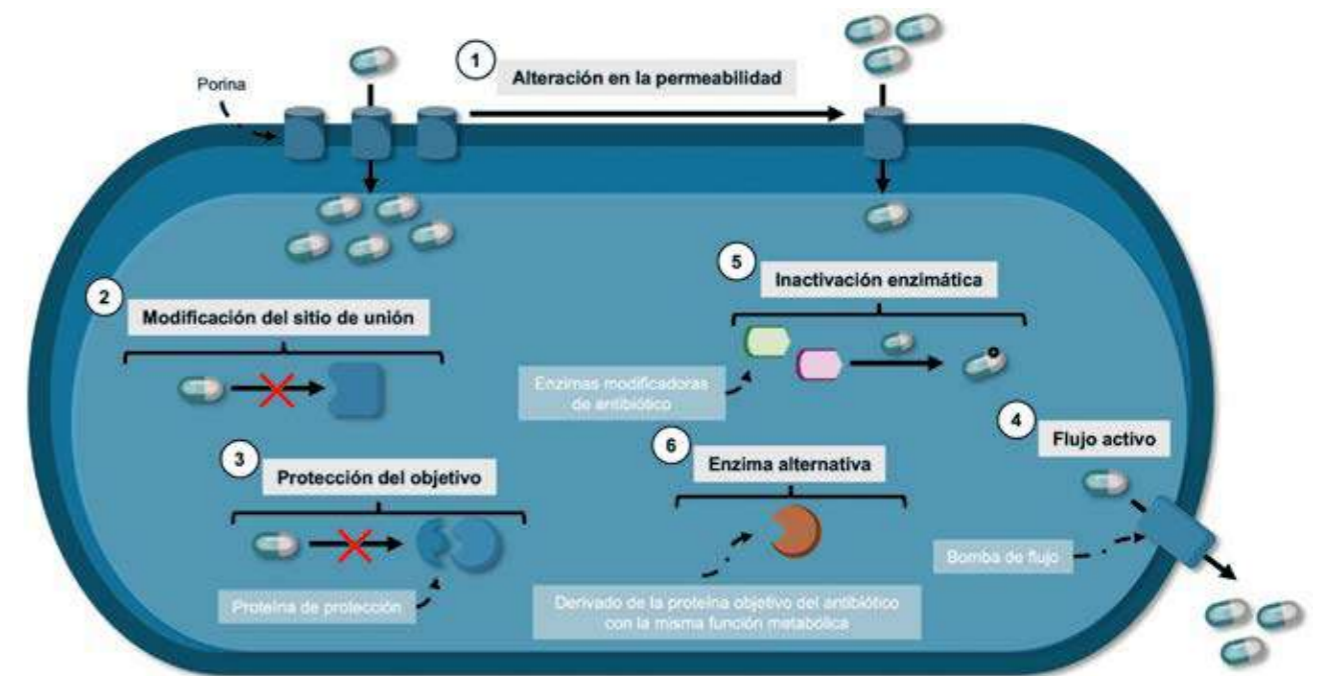


Figura 1. Mecanismos de resistencia a los antibióticos en las bacterias. (1) Alteración en la permeabilidad de la membrana externa, reduciendo la entrada del antibiótico mediante la pérdida o modificación de porinas. (2) Modificación del sitio diana, resultado de mutaciones puntuales o modificaciones en las proteínas blanco del antibiótico (por ejemplo, mutaciones en la ADN girasa o las proteínas de unión a penicilina) que disminuyen la afinidad del fármaco por su objetivo. (3) Protección del objetivo, mediada por proteínas que bloquean físicamente la interacción antibiótico-objetivo sin alterar la función de la diana. (4) Flujo activo o eflujo, conformados por bombas transportadoras de múltiples familias, que expulsan activamente el antibiótico hacia el exterior de la célula, disminuyendo su concentración intracelular. (5) Inactivación enzimática, a través de enzimas que hidrolizan, acetilan o fosforilan la molécula del antibiótico. (6) Uso de enzimas o proteínas alternativas, que reemplazan a las proteínas blanco del antibiótico conservando la función celular esencial.

¿QUÉ SON LOS BACTERIÓFAGOS?

Los bacteriófagos, también llamados fagos, fueron descritos de manera independiente por Twort en 1915 y d'Herelle en 1917, al observar agentes con actividad lítica contra bacterias (Kakasis y Panitsa, 2019). Son virus que las infectan y las superan en el número total; se calcula que existen entre 10^{30} - 10^{31} en el planeta (Dion *et al.*, 2020). Éstos tienen una estructura típica que comprende la presencia de una cápside, una cola y fibras que permiten su interacción con los microbios. Su genoma puede ser ADN o ARN, y su morfología varía desde formas filamentosas hasta caudadas.

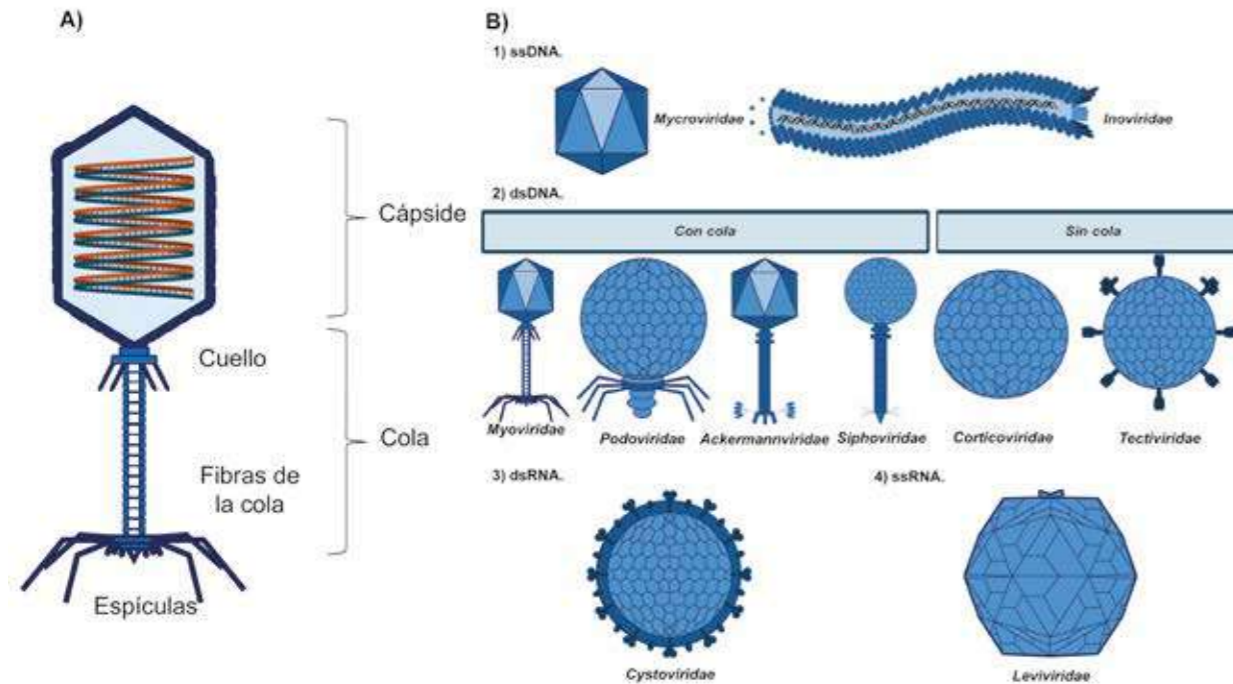


Figura 2. Morfología de bacteriófagos. A) Representación gráfica de la morfología típica de un bacteriófago T4 (familia *Myoviridae*). Se identifica la cápside que almacena el material genético, la cola que permite su inyección del material genético durante la infección de las bacterias, y las fibras de la cola. B) Diversidad morfológica de bacteriófagos, en donde pueden distinguirse, de acuerdo con la naturaleza del material genético, la estructura de su cápside y la presencia o ausencia de una cola.

Los fagos, al igual que otros virus, se multiplican utilizando la maquinaria molecular de una célula hospedera (procariotas en este caso), mediante procesos de replicación lisogénicos o líticos. En el primero de ellos, inyectan el material genético que es conducido hacia el ADN propio de la bacteria, en donde a través de un procedimiento conocido como recombinación, los genomas viral y bacteriano se combinan, generando nuevas copias del virus cuando la bacteria se divide de manera natural.

Por su parte, en el ciclo lítico, después de producir viriones, inducirán la destrucción de su célula hospedera (al romper la envoltura) mediante unas proteínas llamadas holinas y lisinas, promoviendo la dispersión y el contagio de células cercanas.

Este mecanismo de eliminación, al ser un proceso altamente específico entre la bacteria y el virus que puede infectarla, es el principio de la fagoterapia, una estrategia que busca disminuir el uso de antibióticos en el tratamiento de infecciones bacterianas, y que al mismo tiempo representa una cantidad prácticamente nula de efectos adversos para el ser humano (Labbrie *et al.*, 2010).

TERAPIA CON BACTERIÓFAGOS

El uso terapéutico de fagos inició en los años treinta al tratar enfermedades cutáneas, disentería y fiebre tifoidea; aunque su validez fue cuestionada por falta de controles metodológicos. A partir del siglo XXI, estudios monitoreados han demostrado eficacia en infecciones resistentes.

En una investigación clínica en Reino Unido (2009), fagos contra *Pseudomonas aeruginosa* mejoraron las lesiones de otitis crónica (Wright *et al.*, 2009). Posteriormente, el ensayo *PhagoBurn* evidenció recuperación en heridas infectadas por *P. aeruginosa* sin efectos adversos de consideración (Jault *et al.*, 2019). Revisiones recientes reportan tasas de éxito cercanas al 85% en pacientes tratados con fagos, con reducción significativa de la carga bacteriana (Aranaga *et al.*, 2022). La dosificación se basa principalmente en el tipo, la gravedad y la accesibilidad al sitio de la infección, la farmacocinética

ca de los fagos (patrones de absorción, distribución y excreción) y la estrategia de entrega diseñada para este propósito (Principi *et al.*, 2019).

Entre los beneficios que aporta la fagoterapia destacan su especificidad, la ausencia de efectos sobre microbiota comensal, la capacidad de penetrar biopelículas y la posibilidad de revertir la resistencia a antibióticos, ya que algunas bacterias resensibilizan a estos fármacos al desarrollar resistencia a fagos (Gordillo Altamirano *et al.*, 2021).

Diferentes enfoques se han estudiado con el propósito de eficientizar la estrategia fagoterapéutica, incluyendo el uso combinando de bacteriófagos líticos o "cócteles de fagos" para aumentar la eficacia del tratamiento y minimizar los riesgos de pérdida de actividad de éstos en una infección. Otro método es la mezcla fago-antibiótico, donde se presenta un sinergismo entre ambos componentes que ha demostrado tener mejores efectos en la resolución de un cuadro infeccioso, reduciendo inclusive la exposición prolongada al consumo de fármacos. De manera prometedora, la ingeniería genética ha sido una herramienta que permite la planeación y desarrollo de nuevos fagos mediante técnicas como CRISPR/Cas, favoreciendo la efectividad, estabilidad y seguridad (Strathdee *et al.*, 2023).

El estado actual de los ensayos clínicos en fagoterapia se centra en la generación de diseños experimentales distintos, que permitan evaluar con mayor precisión su eficacia. Entre los estudios destacados se encuentra el STAMP (*Standardized Treatment and Monitoring Protocol*) en Australia, así como el registro PHAGEFORCE



Figura 3. Ventajas y desventajas de la fagoterapia. La estrategia terapéutica basada en bacteriófagos para el control de enfermedades infecciosas cuenta con puntos favorables como la especificidad que evita daños a la microbiota o el combate eficaz contra bacterias resistentes a antibióticos. Sin embargo, algunas de sus desventajas son que las bacterias pueden, con el tiempo, generar resistencia a estos virus, y en el ámbito clínico sigue siendo necesaria aún mayor evidencia que respalde el uso seguro de estas partículas para su administración en un paciente.

en UZ Leuven, Bélgica. El desarrollo de cada vez más proyectos de investigación en el uso terapéutico de la fagoterapia alrededor del mundo refleja el impulso creciente de este campo hacia su integración en la práctica clínica moderna, al mismo tiempo que se exploran enfoques innovadores para determinar, de manera más precisa, las mejores plataformas de administración, el posible riesgo colateral de su uso o el minimizar errores en su aplicación (Kim *et al.*, 2025).

RETOS Y LIMITACIONES

Un desafío importante es la respuesta inmunitaria del hospedero. Se han documentado anticuerpos neutralizantes que reducen la eficacia de fagos administrados por vía intravenosa, aunque las aplicaciones tópicas y orales no muestran este problema (Kakasis y Panitsa, 2019). Asimismo, la lisis bacteriana libera endotoxinas y PAMPs (patrones moleculares asociados a patógenos) que pueden generar inflamación sistémica, lo que requiere estrategias complementarias de detoxificación. Otro obstáculo es la resistencia bacteriana a fagos mediante pérdida de receptores, sistemas de restricción-modificación, mecanismos CRISPR-Cas o infecciones abortivas (Labrie *et al.*, 2010).

El marco regulatorio también limita la fagoterapia. En México no existe legislación explícita, mientras que países como Georgia, Polonia y Bélgica ya la integraron en sus sistemas de salud. Actualmente, su aplicación se restringe a uso pasivo en pacientes críticos sin opciones terapéuticas (Górski *et al.*, 2018). La implementación futura requiere protocolos estandarizados que contemplen: bancos de fagos, procedimientos clínicos formales, análisis inmunológicos, formulaciones seguras y monitoreo continuo de eficacia y resistencia (Barron, 2022).

CONCLUSIÓN

La resistencia antimicrobiana representa una amenaza global urgente. La fagoterapia ofrece ventajas significativas sobre los antibióticos convencionales, respaldadas por evidencia preclínica y clínica, particularmente contra microorganismos multirresistentes como *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Stenotrophomonas* y *Burkholderia*. No obstante, su aplicación terapéutica enfrenta retos asociados a respuesta inmune, resistencia bacteriana y ausencia de marcos regulatorios. Avanzar en su consolidación exige investigación multidisciplinaria y políticas públicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranaga, Carlos, Pantoja, Lady D., Martínez, Eadgar A., *et al.* (2022). Phage Therapy in the Era of Multidrug Resistance in Bacteria: A Systematic Review, *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9), Article 9, <https://doi.org/10.3390/ijms23094577>
- Barron, Madeline. (2022). *Phage Therapy: Past, Present and Future*, ASM.Org. <https://asm.org:443/articles/2022/august/phage-therapy-past,-present-and-future>
- Burrowes, Ben, Harper, David R., Anderson, Joseph, *et al.* (2011). Bacteriophage therapy: Potential uses in the control of antibiotic-resistant pathogens, *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 9(9), 775-785, <https://doi.org/10.1586/eri.11.90>

Dion, Moïra B., Oechslin, Frank, Moineau, Sylvain. (2020). Phage diversity, genomics and phylogeny, *Nature Reviews Microbiology*, 18(3), 125-138, <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0311-5>

Gordillo Altamirano, Fernando, Forsyth, John H., Patwa, Ruzeen, *et al.* (2021). Bacteriophage-resistant *Acinetobacter baumannii* are resensitized to antimicrobials, *Nature Microbiology*, 6(2), 157-161, <https://doi.org/10.1038/s41564-020-00830-7>

Górski, Andrzej, Międzybrodzki, Ryszard, Łobocka, Małgorzata, *et al.* (2018). Phage Therapy: What Have We Learned?, *Viruses*, 10(6), Article 6, <https://doi.org/10.3390/v10060288>

Jault, Patrick, Leclerc, Thomas, Jennes, Serge, *et al.* (2019). Efficacy and tolerability of a cocktail of bacteriophages to treat burn wounds infected by *Pseudomonas aeruginosa* (PhagoBurn): A randomised, controlled, double-blind phase 1/2 trial, *The Lancet Infectious Diseases*, 19(1), 35-45, [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30482-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30482-1)

Kakasis, Athanasios, Panitsa, Gerasimia. (2019). Bacteriophage therapy as an alternative treatment for human infections. A comprehensive review, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 53(1), 16-21, <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2018.09.004>

Kim, Minyoung K., Suh, Gina A., Cullen, Grace D., *et al.* (2025). Bacteriophage therapy for multidrug-resistant infections: Current technologies and therapeutic approaches, *The Journal of Clinical Investigation*, 135(5), <https://doi.org/10.1172/JCI187996>

Labrie, Simon J., Samson, Julie E., Moineau, Sylvain. (2010). Bacteriophage re-

sistance mechanisms, *Nature Reviews Microbiology*, 8(5), 317-327, <https://doi.org/10.1038/nrmicro2315>

Principi, Nicola, Silvestri, Ettore, Esposito, Susanna. (2019). Advantages and Limitations of Bacteriophages for the Treatment of Bacterial Infections, *Frontiers in Pharmacology*, 10, <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00513>

Strathdee, Steffanie A., Hatfull, Graham F., Mutalik, Vivek K., *et al.* (2023). Phage therapy: From biological mechanisms to future directions, *Cell*, 186(1), 17-31, <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.11.017>

Taconelli, Evelina, Carrara, Elena, Savoldi, Alessia, *et al.* (2018). Discovery, research, and development of new antibiotics: The WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis, *The Lancet Infectious Diseases*, 18(3), 318-327, [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30753-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30753-3)

Wright, A., Hawkins, C. H., Änggård, E. E., *et al.* (2009). A controlled clinical trial of a therapeutic bacteriophage preparation in chronic otitis due to antibiotic-resistant *Pseudomonas aeruginosa*, a preliminary report of efficacy, *Clinical Otolaryngology*, 34(4), 349-357, <https://doi.org/10.1111/j.1749-4486.2009.01973.x>

Recibido: 25-08-2025
Aceptado:04/11/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



Bacteriófagos: aliados invisibles en la lucha contra las bacterias resistentes a los antimicrobianos

RESUMEN

Debido al aumento de bacterias resistentes a los antibióticos y a las dificultades del desarrollo de nuevos fármacos de este tipo, actualmente se incentiva a la comunidad científica la búsqueda de tratamientos alternativos, entre las cuales resurge la fagoterapia. Los bacteriófagos son virus que infectan bacterias, que pueden replicarse y eliminar a sus hospederos mediante ciclos líticos, un mecanismo con el que desde hace décadas se ha planteado el potencial de estas partículas. Este artículo expone aspectos básicos de los bacteriófagos, revisa los avances actuales en cuanto a su aplicación y analiza ventajas y limitaciones de su uso terapéutico.

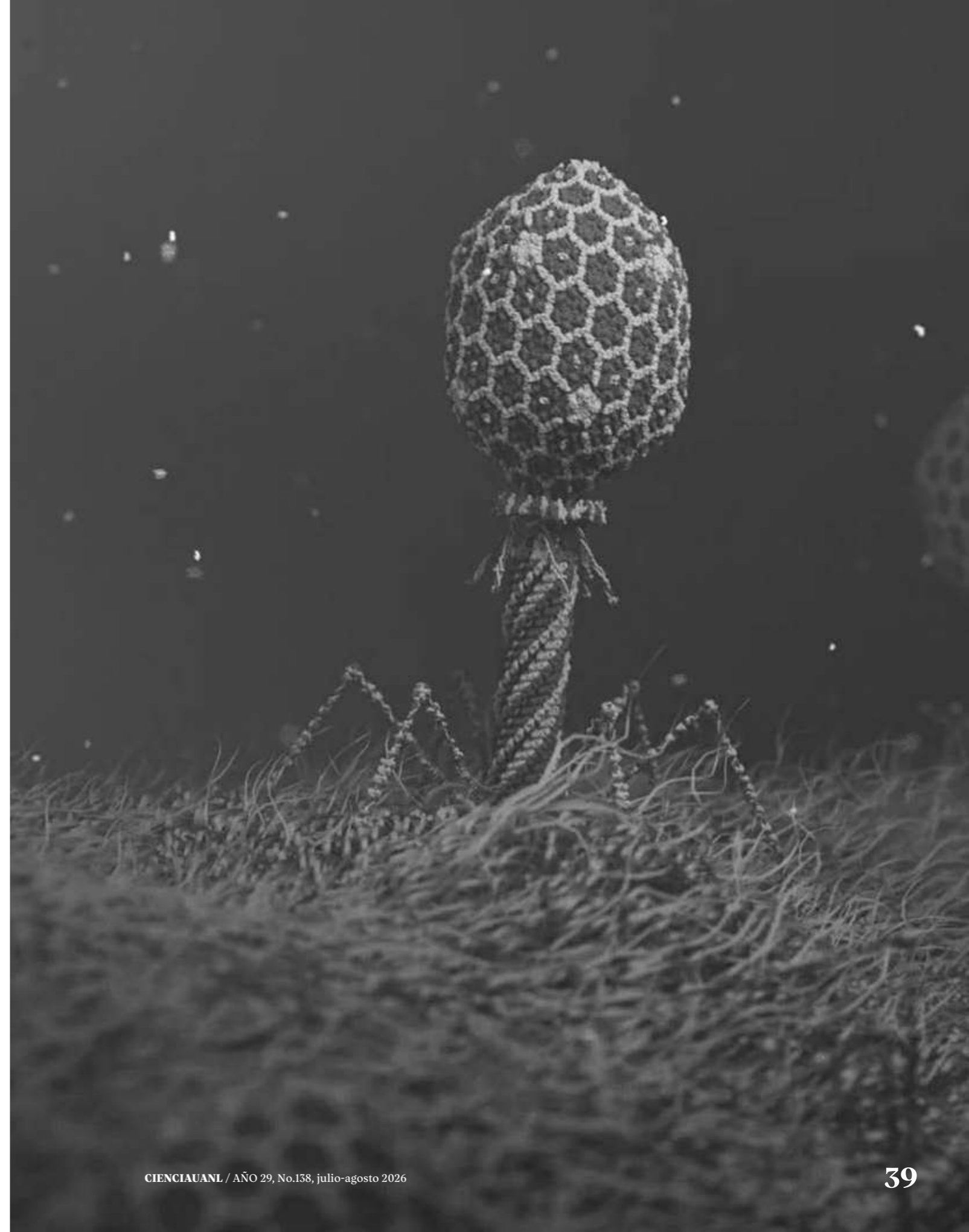
Palabras clave: bacteriófagos, fagoterapia, resistencia antimicrobiana, bacterias resistentes, alternativas terapéuticas.

Bacteriophages: invisibles allies in the fight against antimicrobial-resistant bacteria

ABSTRACT

Due to the increasing prevalence of antibiotic-resistant bacteria and the challenges associated with developing new antibiotics, the scientific community is currently encouraged to explore novel therapeutic alternatives, among which phage therapy has re-emerged. Bacteriophages are viruses that infect bacteria and can replicate and eliminate their hosts through lytic cycles, a mechanism that has been recognized for decades as holding significant therapeutic potential. This article presents the fundamental aspects of bacteriophages, reviews recent advances in their application, and analyzes the advantages and limitations of their therapeutic use.

Keywords: bacteriophages, phage therapy, antimicrobial resistance, resistant bacteria, therapeutic alternatives.



SECCIÓN ACADÉMICA

¿Tus dientes se movieron después de usar *brackets*?

¿Tus dientes se movieron después de usar *brackets*?

Osiris Jirón-García*
ORCID: 0009-0001-1949-0308

Jacqueline Adelina Rodríguez-Chávez*
ORCID: 0000-0003-1010-5044

Dora María Rubio-Castillón*
ORCID: 0009-0002-5509-4860

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.138-4>

RESUMEN

La ortodoncia busca una relación armónica entre los dientes, la articulación temporomandibular y el sistema neuromuscular. Sin embargo, algunos pacientes experimentan recidiva, el regreso de las piezas dentales a su posición inicial, debido a varios factores: la reorganización de los tejidos periodontales, falta de estabilidad oclusal, presión de los músculos faciales y la erupción de los terceros molares. Para evitarlo, se utilizan retenedores fijos o removibles que permiten la adaptación de los tejidos. El uso constante y la elección del tipo de éstos en los primeros meses es clave y depende del caso específico del paciente.

Palabras clave: ortodoncia, recidiva, retenedores, reorganización tisular, muelas del juicio.

ABSTRACT

Orthodontics aims to establish a harmonious relationship between the teeth, temporomandibular joint, and the neuromuscular system. However, some patients experience relapse, where the teeth return to their initial position, due to factors such as the remodeling of periodontal tissues, lack of occlusal stability, pressure from facial muscles, and the eruption of third molars. To prevent this, fixed or removable retainers are used to allow tissue adaptation. Constant use of retainers in the first months is crucial, and the choice of retainer type depends on the patient's specific case.

Keywords: orthodontics, relapse, retainers, tissue reorganization, wisdom teeth.

El propósito de la ortodoncia es establecer una relación armoniosa entre el sistema neuromuscular, la articulación temporomandibular y los dientes (Bonadio *et al.*, 2023). Algunos pacientes, después de retirarles los aparatos ortodónticos, observan que sus piezas dentales se mueven hacia posiciones previas al tratamiento, lo cual recibe el nombre de recidiva (Rahimi *et al.*, 2022) (figura 1). Este fenómeno indeseado es un desafío para el ortodoncista, con causa aún incierta, pero considerada multifactorial (Alnajjar y Al Groosh, 2021), siendo algunas maloclusiones como la mordida abierta anterior, más propensas a desarrollarla (Paoloni *et al.*, 2022).

A través de distintos aditamentos, los especialistas aplican fuerza con el objetivo de modificar la posición de las piezas, esto provoca cambios en los tejidos que las unen al hueso, el ligamento y la encía, las cuales buscan adaptarse a la nueva ubicación. Las fibras supragingivales y transeptales del ligamento periodontal, entre otros nervios gingivales, tardan un periodo largo en reorganizarse y remodelarse, y durante ese lapso tienden a atraer a los dientes a su lugar original, lo que ocasiona recidiva. Para intentar evitarla, las piezas deben permanecer en la posición deseada hasta que los tejidos circundantes se adapten (Al-Jasser *et al.*, 2020; Inchingolo *et al.*, 2023).

* Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
Contacto: osiris.jiron8282@alumnos.udg.mx,
jacqueline.rchavez@academicos.udg.mx, doramaria.rubiocastillon@yahoo.com.mx



Figura 1. Recidiva de incisivo lateral izquierdo (fuente: elaboración propia).

Entre las causas probables, algunos autores sugieren la falta de estabilidad oclusal, es decir, la unión bilateral simultánea y estable, adecuada relación de los dientes anteriores y los caninos de ambas arcadas. Una pieza que contacte antes y que no permita el ensamble uniforme de las demás puede sufrir sobrecarga y favorecer la recidiva (Bonadio *et al.*, 2023; Inchingolo *et al.*, 2023).

Los tejidos blandos y músculos de los labios, cachetes y lengua también ejercen presión, por lo que los ortodoncistas deben buscar llevar los dientes hacia zonas neutras, en las que dichas fuerzas tengan un balance, por lo que las piezas que se encuentran más alejadas de esa área tenderán a moverse (Alnajjar y Al Groosh, 2021; Inchingolo *et al.*, 2023).

Otro factor comúnmente sugerido como responsable de recidiva son los terceros molares sin erupción, las “muelas del juicio”. Se cree que la inclinación de estas puede ejercer cierta fuerza y provocar el movimiento, sobre todo de los dientes anteriores inferiores; sin embargo, la evidencia actual es insuficiente para determinar una relación directa (Lyros, Vasoglou *et al.*, 2023).

El fracaso en la eliminación de la causa que ocasionó la maloclusión, los hábitos, por ejemplo, también puede influir en la presencia de recidiva (Alnajjar y Al Groosh, 2021; Khamees y Al Groosh, 2023).

Por otro lado, se ha demostrado que las estructuras y tejidos faciales tienen crecimiento, aunque mínimo, incluso en la edad adulta. Por lo que un poco de recidiva es considerada fisiológica o normal.

¿QUÉ HACER PARA EVITAR LA RECIDIVA?

Los retenedores son utilizados por los ortodoncistas para mantener los dientes en las posiciones finales y permitir la completa adaptación y recuperación de los tejidos periodontales, disminuyendo la probabilidad de movimientos posteriores, y se pueden clasificar en (Inchingolo *et al.*, 2023):

- Removibles: circunferencial o tipo Hawley (figura 2), termofomados como los *Essix* (figura 3).
- Fijos: consisten en una barra de alambre, por lo general de acero inoxidable que se adhiere con resina a la superficie posterior de los dientes (figura 4).



Figura 2. Retenedor removible tipo Hawley (fuente: elaboración propia).



Figura 3. Retenedor *Essix* (fuente: elaboración propia).



Figura 4. Retenedor fijo (fuente: elaboración propia).

Los retenedores removibles permiten una higiene oral más adecuada, pero dependen completamente de la cooperación de cada persona; en cambio, los fijos dificultan el aseo, sin embargo permanecen todo el tiempo cumpliendo su función. Aunque ambos necesitan supervisión periódica de parte del ortodoncista, los segundos requieren mayor atención para corroborar que se encuentren óptimas condiciones y que no estén afectando a tejidos vecinos. La elección del retenedor ideal la hará el especialista, esta debe ser personalizada al paciente, tomando en cuenta la maloclusión tratada, técnicas utilizadas, higiene oral, cooperación, preferencias, hábitos, etcétera (Inchingolo *et al.*, 2023; Lyros *et al.*, 2023; Rahimi *et al.*, 2022).

Se recomienda el uso constante de retenedores los primeros tres a cuatro meses, transcurrido este tiempo se puede disminuir el uso parcialmente, y posterior a un año es posible reducirlo más (Proffit *et al.*, 2014).

El 70-90% de los pacientes experimenta recidiva después de un tratamiento de ortodoncia (Iliadi *et al.*, 2015), con el uso de retenedores removibles el riesgo es de aproximadamente 40% luego de dos años (Inchingolo *et al.*, 2023). En ciertos casos suele realizarse la sobrecorrección, es decir, se llevan las piezas más allá de la zona deseada para que con la recidiva terminen en la posición ideal.

También se han sugerido elementos coadyuvantes a los retenedores que ayuden a aminorar la recidiva, desde procedimientos quirúrgicos: fibrotomía supra-crestal (auxiliar en la disminución de la tensión de estas fibras del ligamento periodontal), o corticotomías alveolares, reducción interproximal, vibraciones mecánicas, terapia láser y uso de fármacos (Al-Jasser *et al.*, 2020; Al-Moghrabi *et al.*, 2023).

Recientemente se han realizado estudios en animales sobre la eficacia de la administración de calcitonina con el objetivo de aminorar el movimiento dentario postortodoncia, obteniendo buenos resultados, no obstante hace falta evidencia para asegurar su efectividad en humanos (Alnajjar y Al Groosh, 2021).

Como lo señalan Inchingolo *et al.* (2023), mantener el logro final después de quitar los *brackets* es una de las fases más difíciles en la ortodoncia, debido a los numerosos factores que pueden causar recidiva, entre éstos, la respuesta fisiológica de cada persona.

Chacón-Moreno *et al.* (2022) lo afirman y mencionan que se debe considerar que todos los pacientes cuentan con un potencial alto a experimentar recidiva, por lo que el tratamiento no termina cuando se retiran los *brackets*, sino con un proceso de contención a largo plazo. Edman Tynelius *et al.*, (2013) encontraron que los cambios significativos ocurren durante el primer año, y se deben, en su mayoría, a

la memoria del tejido periodontal; un estudio realizado por Schütz-Fransson *et al.* (2019), en el que se compararon pacientes que usaron retenedores dos o tres años luego de retirados los aparatos y un grupo control que no los usó, encontraron que no había demasiada diferencia entre éstos 12 años después, por lo que un pequeño periodo de uso no previene la recaída a largo plazo. Si se quieren prevenir los cambios naturales, necesitarán retención de por vida. Tanto removibles como fijos, estos aparatos han demostrado ser efectivos en mantener los resultados logrados (Kanizaj Ugrin y Špalj, 2024).

CONCLUSION

Es importante que una vez retirados los *brackets* o alineadores, se sigan las instrucciones del médico, ya que el tratamiento de ortodoncia abarca la fase de retención, la cual es crucial si se desea tener éxito, en especial si se ha optado por retenedores removibles.

También se debe acudir con frecuencia a revisión para corroborar que todo se encuentre en orden, si es necesario se tienen que realizar ajustes o cambiar el método de retención. Es fundamental recalcar que los primeros meses son los más importantes, y que la cooperación del paciente marcará la diferencia.

REFERENCIAS

Al-Jasser, Reham, Al-Subaie, Mai, Al-Jasser, Nasser, *et al.* (2020). Rotational relapse of anterior teeth following orthodontic treatment and circumferential supracrestal fiberotomy, *The Saudi Dental Journal*, 32(6), 293-299, <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.10.003>

Al-Moghrabi, Dalya, Algharbi, Muteb, Arqub, Sarah A., *et al.* (2023). The effectiveness of adjuncts or alternatives to the use of orthodontic retainers in preserving posttreatment outcomes: A systematic review, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 163(1), 9-21, e3, <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.08.022>

Alnajar, Hussein A. A. M., Al Groosh, Dheaa H. (2021). The effects of calcitonin on post-orthodontic relapse in rats, *Clinical and Experimental Dental Research*, 7(3), 293-301, <https://doi.org/10.1002/cre2.373>

Bonadio, Marcos, Cotrin, Paula, Marín, Cecilia, *et al.* (2023). The influence of occlusal adjustment on long-term post-treatment stability of orthodontic treatment, *Open Dental Journal*, 17, e187421062308310, <http://dx.doi.org/10.2174/18742106-17-231009-2023-44>

Chacón-Moreno, Alicia, Ramírez-Mejía, María J., Zorrilla-Mattos, Ana C. (2022). Relapse and inadvertent tooth movement post orthodontic treatment in individuals with fixed retainers: A review, *Revista Científica Odontológica*, 10(3), e116, <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1003-2022-116>

Edman Tynelius, Gudrum, Bondemark, Lars, Lilja-Karlander, E. (2013). A randomized controlled trial of three orthodontic retention methods in C lass I four premolar extraction cases—stability after 2 years in retention, *Orthodontics y Craniofacial Research*, 16(2), 105-115.

Iliadi, Anna, Kloukos, Dimitrios, Gkantidis, Nikolaos, *et al.* (2015). Failure of fixed orthodontic retainers: A systematic review, *Journal of Dentistry*, 43(8), 876-896, <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.05.002>

Inchingolo, Francesco, Inchingolo, Angelo, Ceci, Sabino, *et al.* (2023). Orthodontic relapse after fixed or removable retention devices: A systematic review, *Applied Sciences*, 13(20), 11442, <https://doi.org/10.3390/app132011442>

Kanizaj Ugrin, Silvija, y Špalj, Stjepan. (2024). Comparison of efficacy of thermoplastic retainer with round and rectangular bonded lingual wire retainer in the mandible two years after orthodontic treatment: A randomised controlled trial, *Clinical Oral*

Investigations, 28(3), 183, <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05572-y>

Khamees, Asmaa M., Al Groosh, Dheaa H. (2023). Effect of vitamin D deficiency on postorthodontic relapse: An animal study, *Clinical and Experimental Dental Research*, 9(4), 701-710, <https://doi.org/10.1002/cre2.765>

Lyros, Ioannis, Tsolakis, Ioannis A., Maroulakos, Michael P., *et al.* (2023). Orthodontic retainers—A critical review, *Children*, 10(2), 230, <https://doi.org/10.3390/children10020230>

Lyros, Ioannis, Vasoglou, Georgios, Lykogeorgos, Theodoros, *et al.* (2023). The effect of third molars on the mandibular anterior crowding relapse—A systematic review, *Dentistry Journal*, 11(5), 131, <https://doi.org/10.3390/dj11050131>

Paoloni, Valeria, Lugli, Letizia, Danesi, Carlotta, *et al.* (2022). Mandibular morphometric analysis in open bite early treatment relapse subjects: A retrospective observational pilot study, *BCM Oral Health*, 22(1), 555 <https://doi.org/10.11186/s12903-022-02546-y>

Proffit, William R., Fields, Henry W., Sarver, David M., *et al.* (2014). *Ortodoncia contemporánea* (5a ed.), Elsevier.

Rahimi, Hajir, Albright, David A., Hughes, Jay A., *et al.* (2022). Three-dimensional analysis of the post-treatment displacements of mandibular anterior teeth with rigid and flexible lingual retainers, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(5), 628-637, <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.11.044>

Schütz-Fransson, Ulrike, Lindsten, Rune, Bjerklin, Krister, *et al.* (2019). Mandibular incisor alignment in untreated subjects compared with long-term changes after orthodontic treatment with or without retainers, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 155(2), 234-242, <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.03.025>

Recibido: 19/09/2025
Aceptado: 05/12/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



Neuroestimulantes **naturales:**

de rituales ancestrales
a terapias de vanguardia

Misael Corona-Ramírez* Israel Jesús Orlando-Guerrero**
ORCID: 0009-0000-3928-5734 ORCID: 0000-0003-4211-3938

Armando Ordaz-Hernández**
ORCID: 0000-0002-0197-8073

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.138-5>

* Universidad del Valle de Puebla, Tehuacán, México.

** Universidad de la Cañada, Teotitlán de Flores Magón, México.

Contacto: asesor.investigacion.teh@uvp.mx, iorlando@unca.edu.mx, armandohdz@unca.edu.mx



NEUROESTIMULANTES NATURALES: UN LEGADO ANCESTRAL Y CULTURAL

Los neuroestimulantes naturales son compuestos presentes en plantas, hongos o animales, que activan la función cerebral. Dentro de este grupo encontramos los llamados psicodélicos, como la psilocibina y la 5-MeO-DMT. Estas sustancias tienen un uso histórico en México, por ejemplo, los mazatecos, mixtecos y nahuas consumían hongos alucinógenos frescos o deshidratados que la contenían desde hace 3,000 años, incluso los mexicas los nombraban “teonanácatl” (carne de los dioses).

Los estudios modernos de la psilocibina comenzaron en el siglo XX, cuando la curandera María Sabina (originaria de Huautla de Jiménez, Oaxaca) transmitió sus conocimientos al químico Albert Hofmann, quien la aisló y sintetizó a partir de *Psilocybe mexicana* (Nichols, 2020). Hoy en día, algunas comunidades indígenas de Oaxaca, Puebla, Veracruz y Chiapas consumen hongos psilocibios para tratar padecimientos emocionales y físicos, facilitar la toma de decisiones, resolver conflictos comunitarios y también con fines rituales.

Por otro lado, los pueblos seri (o *Comcaac*) del desierto y la costa de Sonora, deshidrataban las secreciones del sapo *Incilius alvarius* que contenían 5-MeO-DMT desde finales del siglo XX. Luego de prepararlas las fumaban para encontrar sanación emocional y conexión espiritual orientada a la purificación y la introspección profunda (Yao *et al.*, 2024). El uso ancestral de la 5-MeO-DMT sigue vigente en Sonora y el uso contemporáneo no tradicional se ha extendido a Baja California, Sinaloa, Jalisco, Ciudad de México, entre otros más. Este legado cultural inspira a la medicina moderna a desarrollar medicamentos con 5-MeO-DMT contra la depresión y ansiedad.



POTENCIAL TERAPÉUTICO DE LA PSILOCIBINA Y 5-MeO-DMT EN LA SALUD MENTAL

Estas sustancias actúan sobre los receptores de serotonina del cerebro (5-HT_{1A} y 5-HT_{2A}) que se encuentran en las zonas relacionadas con el estado de ánimo, la memoria y las emociones: la corteza prefrontal, el hipocampo y la amígdala. Los estudios clínicos han demostrado que inducen el aumento de serotonina y otros neurotransmisores (glutamato, dopamina y GABA), que en conjunto regulan el humor, sueño, memoria, emociones, entre otras funciones. Los síntomas de la depresión y la ansiedad se manifiestan cuando los niveles de neurotransmisores son bajos, y disminuyen si su presencia es elevada (Wang *et al.*, 2024).

Los estudios de resonancia magnética y electrofisiología también muestran que la psilocibina y 5-MeO-DMT reducen la hiperactividad de la red neuronal por defecto (DMN), esta se encarga de generar pensamientos negativos repetitivos en la depresión y ansiedad. Dicho efecto en la DMN favorece la comunicación entre la corteza prefrontal, el hipocampo y áreas sensoriales, las cuales trabajan normalmente por separado (Reckweg *et al.*, 2023). Ambos psicodélicos también fortalecen la conexión entre las redes ejecutiva central (REC) y la de saliencia (RS), que permiten tomar decisiones y regular emociones. De esta manera el cerebro de las personas con depresión y ansiedad se reordena para propiciar una mayor flexibilidad y claridad mental, con pensamientos menos dañinos (Reckweg *et al.*, 2023; Yao *et al.*, 2024).

Otros hallazgos reportados señalan que los compuestos promueven la neuroplasticidad, es decir, la formación de nuevas conexiones entre las neuronales. Tales cambios ayudan al cerebro a aprender cosas desconocidas y a adaptarse a experiencias diferentes, lo que facilita la recuperación emocional. Gracias a estos efectos, la psi-

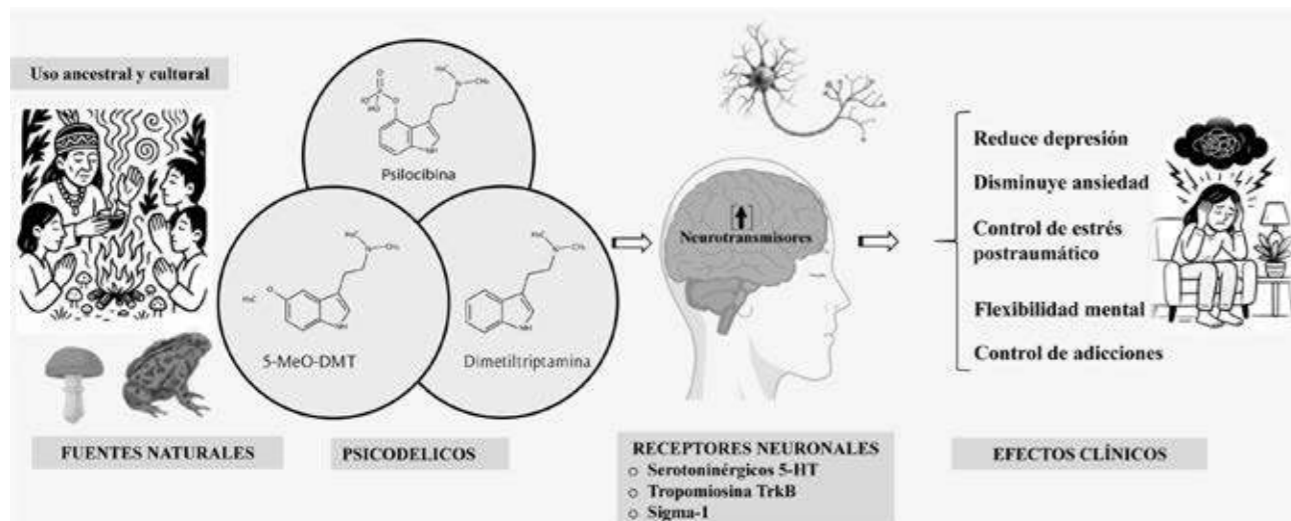


Figura 1. Efectos generales de la psilocibina y la 5-MeO-DMT en el cerebro y sus beneficios terapéuticos (imagen creada con biorender.com).

locibina y 5-MeO-DMT se están estudiando para tratar varias adicciones (tabaquismo y alcoholismo) y el estrés postraumático (Kishon *et al.*, 2024). Una visión general del uso cultural y los beneficios clínicos de la psilocibina y 5-MeO-DMT se puede observar en la figura 1.

AVANCES CLÍNICOS EN LA MEDICINA MODERNA

En la actualidad, la psilocibina y la 5-MeO-DMT han tenido avances alentadores en las cuatro fases de investigación clínica, reguladas internacionalmente por la FDA (Food and Drug Administration), en Estados Unidos, y la EMA (Agencia Europea de Medicamentos), en Europa (tabla I). En la fase I se determina la seguridad de los compuestos en un grupo pequeño de voluntarios sanos (20-100). En la segunda se estudia su eficacia y efectos adversos en pacientes con trastornos mentales (100-300); en la tercera se confirma su efectividad en un conjunto amplio y diverso (300-3000). Cuando los resultados son positivos, se avanza a la fase IV, en la cual se permite su comercialización y monitoreo en la población general.

Esta información puede consultarse en la base de datos internacional ClinicalTrials.gov (<https://clinicaltrials.gov>). El estudio clínico de estos neuroestimulantes naturales se debe al aumento acelerado de los trastornos mentales en nuestra sociedad, para los que se buscan terapias innovadoras, más efectivas y rápidas, sobre todo en un contexto cada vez más medicalizado y con modelos de vida basados en productividad que conllevan a la depresión y ansiedad.

Las referencias disponibles indican que la psilocibina se encuentra en estudios avanzados de la fase III, después de casi veinte años de investigación y con más de ciento treinta ensayos clínicos que respaldan su eficacia en la depresión resistente y en la reducción de ansiedad, con efectos por más de seis meses. En comparación con la terapia tradicional (escitalopram), ha mostrado una acción más rápida y tasas de remisión más altas, incluso con una sola dosis oral de 25 mg.

Los avances más recientes también indican su utilidad en la atención de adicciones como el consumo de tabaco y alcohol (Kishon *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024; Yao *et al.*, 2024). Por su parte, la 5-MeO-DMT se encuentra en la fase II con resultados destacados y prometedores en el tratamiento de la depresión resistente. Las formulaciones intranasales e inhalables han tenido impactos rápidos y sostenidos con un perfil de seguridad positivo y pocos efectos secundarios.

Este progreso refuerza su potencial como protocolo innovador y fiable para tratar trastornos mentales graves (Yao *et al.*, 2023). La tabla I resume los desarrollos terapéuticos más relevantes al usar los psicodélicos descritos, los cuales se recuperaron de la base de datos clinicaltrials.gov.

Tabla I. Avances clínicos de la psilocibina y la 5-MeO-DMT en la medicina moderna.

Sustancia	Fase	Uso Clínico	Administración
Psilocibina	I II III	TRD: trastorno depresivo resistente al tratamiento; MDD: trastorno depresivo mayor; TEPT: trastorno de estrés postraumático; AUD: trastorno por uso de alcohol y tabaco.	Oral (cápsulas, COMP360, Usona); psilocina IV (en fase temprana).
5-MeO-DMT	I II	TRD: trastorno depresivo resistente al tratamiento; MDD: trastorno depresivo mayor; AUD: trastorno por uso de alcohol; PPD: depresión posparto.	Intranasal (BPL-003); inhalada (GH001).

Estas conclusiones se derivan de investigaciones clínicas estrictamente reguladas y no deben emplearse para justificar el uso de psicodélicos en la industria del *wellness* (es decir, del bienestar), un sector que opera con vacíos legales, sin estándares éticos o sanitarios establecidos.



CONCLUSIONES

La psilocibina y la 5-MeO-DMT se consideran terapias innovadoras para tratar depresión, ansiedad y algunas adicciones. Sin embargo, se requieren estudios más amplios que confirmen su seguridad y efectos a largo plazo. También es fundamental la investigación que permita superar las restricciones regulatorias aún vigentes. Generar evidencia sólida en estas áreas será esencial para valorar su incorporación formal en entornos clínicos.



REFERENCIAS

Kishon, Ronit, Modlin, Nadav L., Cycowicz, Yael M., *et al.* (2024). A rapid narrative review of the clinical evolution of psychedelic treatment in clinical trials, *NPJ Mental Health Research*, 3(1), 33, <https://doi.org/10.1038/s44184-024-00068-9>

Nichols, David, E. (2020). Psilocybin: from ancient magic to modern medicine, *The Journal of Antibiotics*, 73(10), 679-686, <https://doi.org/10.1038/s41429-020-0311-8>

Reckweg, Johannes T., van Leeuwen, Cees J., Henquet, Cécile, *et al.* (2023). A phase 1/2 trial to assess safety and efficacy of a vaporized 5-methoxy-N, N-dimethyltryptamine formulation (GH001) in patients with treatment-resistant depression, *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1133414, <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1133414>

Wang, Sheng-M., Kim, Sunghwan, Choi, Won-S., *et al.* (2024). Current understanding on psilocybin for major depressive disorder: a review focusing on clinical trials, *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience: the Official Scientific Journal of the Korean College of Neuropsychopharmacology*, 22(2), 222-231, <https://doi.org/10.9758/cpn.23.1134>

Yao, Yuan, Guo, Dan, Lu, Tang-S., *et al.* (2024). Efficacy and safety of psychedelics for the treatment of mental disorders: a systematic review and meta-analysis, *Psychiatry Research*, 335, 115886, <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2024.115886>

Recibido: 19/09/2025

Aceptado: 08/01/2026

[Descarga aquí nuestra versión digital.](#)



Neuroestimulantes naturales: de rituales ancestrales a terapias de vanguardia

RESUMEN

La psilocibina, presente en los “hongos mágicos”, y la 5-MeO-DMT, secretada por el sapo *Incilius alvarius*, fueron empleadas ancestralmente en rituales espirituales en México. Hoy, la ciencia las reconoce como terapias prometedoras contra depresión, ansiedad, estrés postraumático y adicciones resistentes a tratamientos convencionales. Actúan sobre receptores de serotonina y estimulan la neuroplasticidad, favoreciendo la adaptación y la superación de patrones mentales negativos. Aunque se requieren más estudios clínicos, su uso ancestral inspira terapias innovadoras que integran tradición y ciencia para mejorar el bienestar emocional (Kishon *et al.*, 2024).

Palabras clave: 5-metoxi-N, N-dimetiltriptamina, dimetiltriptamina, psilocibina, trastornos mentales.

Natural neurostimulants: from ancestral rituals to cutting-edge therapies

ABSTRACT

*Psilocybin, found in “magic mushrooms,” and 5-MeO-DMT, secreted by the *Incilius alvarius* toad, were ancestrally used in spiritual rituals in Mexico. Today, science recognizes them as promising therapies for depression, anxiety, post-traumatic stress disorder, and addictions resistant to conventional treatments. They act on serotonin receptors and stimulate neuroplasticity, promoting adaptation and the overcoming of negative mental patterns. Although further clinical studies are needed, their ancestral use inspires innovative therapies that integrate tradition and science to improve mental health (Kishon *et al.*, 2024).*

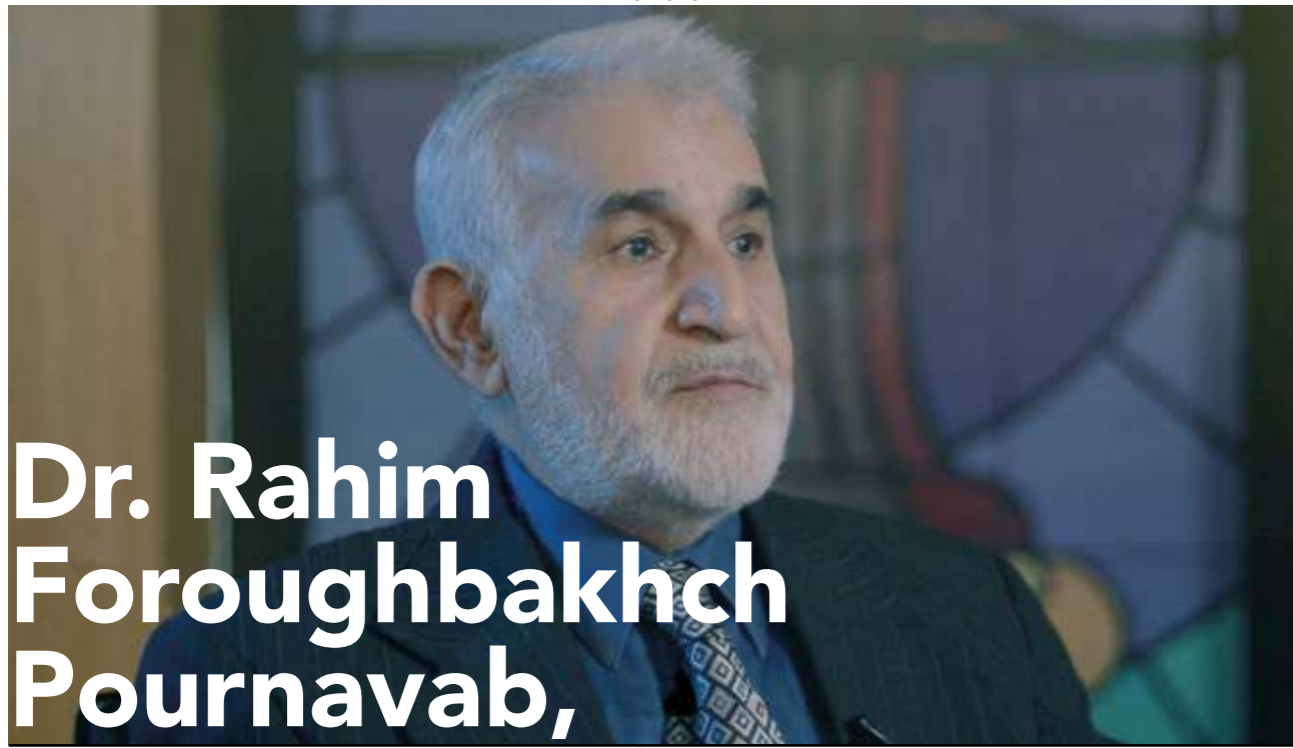
Keywords: 5-methoxy-N, N-dimethyltryptamine, dimethyltryptamine, psilocybin, mental disorders.





In memoriam

IN MEMORIAM



Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab,

visionario y promotor de los recursos vegetales en las zonas áridas del noreste de México

Marco Antonio Alvarado-Vázquez* | José Isidro Uvalle-Sauceda*

El Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab fue un distinguido biólogo, ecólogo e investigador de origen iraní que dedicó más de 43 años de su vida al servicio de la educación superior y el quehacer científico en México, dejando una huella imborrable en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Su legado se define por el rigor científico, visión multidisciplinaria y entrega absoluta a la formación de las jóvenes generaciones.

ORÍGENES Y FORMACIÓN ACADÉMICA

Nació el 13 de abril de 1949 en la pequeña ciudad de Fasa, provincia de Fars, Irán. Obtuvo la licenciatura como biólogo en 1975 en la Universidad de Tabriz (al noroeste de su país natal). Posteriormente se trasladó a Francia, donde cursó la maestría en

Ecología de Comunidades Vegetales en la Universidad de Montpellier II, de la cual se graduó en 1978. Continuó con el doctorado en Ciencias, con especialidad en Ecología Cuantitativa y Aplicada, con acentuación en Ecología Terrestre, misma que terminó en 1981. En 1992 realizó un posdoctorado en Ciencias Agrarias en el Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA) en Montpellier, Francia.

TRAYECTORIA PROFESIONAL

Su vocación por la docencia e investigación se manifestó desde una edad temprana, siendo auxiliar de laboratorio en la Universidad de Tabriz y posteriormente profesor asistente en la Universidad de Montpellier II.

Una vez concluidos sus estudios de posgrado en Francia, el Dr. Foroughbakhch llegó a

México, a finales de 1981, y el 6 de enero de 1982 inició su fructífera carrera en la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la que dedicó la mayor parte de su trayectoria profesional. En ese año fue miembro del grupo fundador del Instituto de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables –denominación que posteriormente cambiaría a Facultad de Ciencias Forestales–, creado por acuerdo del H. Consejo Universitario el 23 de marzo de 1981, como elemento de un proyecto estratégico de la UANL orientado a la enseñanza y el estudio en ciencias aplicadas y tecnologías de los recursos forestales.

En septiembre de 1983 iniciaron formalmente las actividades académicas de nivel superior con la apertura del programa de Licenciatura en Silvicultura. El Dr. Rahim integró el grupo de profesores-investigadores responsables de esta etapa fundacional, junto con destacados catedráticos como el M.C. Glafiro J. Alanís Flores y los doctores Burkard Müller-Using, Timothy J. Synnott y Reinout J. de Hoog, entre otros.

Durante esos años, una de sus principales actividades docentes fue la formación de recursos humanos, brindando asesoría y acompañamiento a estudiantes y becarios en sus procesos de formación académica y de investigación. Entre los trabajos dirigidos se encuentran el del MVZ José González Salinas (codirigido por el Dr. D. Heiseke), titulado “Métodos de manejo para mejorar el uso de agostadero en el terreno de la UANL, Linares, N.L.”, o el del MVZ Alfonso Martínez Muñoz, “Estudios integrales sobre la ganadería caprina en los municipios de Linares y Hualahuises”. En este periodo se desarrollaron múltiples investigaciones en los campos de la agrosilvicultura y el silvopastoreo.

Paralelamente, el Dr. Rahim realizó importantes análisis en plantaciones forestales con especies del género *Eucalyptus*, abordando temas como la “Selección de especies de *Eucalyptus* probablemente aptas para el clima semiárido del noreste de México”. Entre las variedades evaluadas se incluyen *E. cambageana*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. crebra*, *E. melanophloia*, *E. microtheca*, *E. ochrophloia*, *E. populnea*, *E. raveretiana*, *E. sideroxylon*, *E. tereticornis*, *E.*

terminalis, *E. tessellaris* y *E. thozetiana*, con las cuales estableció plantaciones experimentales en tres regiones del estado de Nuevo León (Linares, Iturbide y Galeana), con el objetivo de evaluar su adaptación, crecimiento y potencial productivo.

Asimismo, impulsó investigaciones con variedades nativas del matorral xerófilo, orientadas a la selección de aquellas con mayor desarrollo y valor económico. Entre las especies estudiadas destacan *Ebenopsis ebano* (ébano), *Erythrostemon mexicanus* (hierba del potro), *Condalia hookeri* (brasil), *Cordia boissieri* (anacahuita), *Diospyros texana* (chapote), *Helietta parvifolia* (barreta), *Vachellia farnesiana* (huizache), *Havardia pallens* (tenaza), *Neltuma glandulosa* (mezquite) y *Leucaena* spp. (tepeguaje). Derivado de estos trabajos publicó el reporte científico “Introducción de diez especies forestales en el matorral del noreste de México”, documento de referencia para estudios posteriores en la región.

La participación del Dr. Rahim Foroughbakhch fue fundamental en el proceso de consolidación de la Facultad de Ciencias Forestales. Entre 1987 y 1991 se desempeñó como coordinador del Departamento de Agroforestería, cargo desde el cual contribuyó de manera decisiva al fortalecimiento de la investigación en esa área y a la formación de profesionales especializados en el manejo de los recursos naturales.

Hasta 1991, su labor académica se vinculó estrechamente con el estudio de los sistemas agroforestales, la restauración de ecosistemas y el aprovechamiento sustentable de especies vegetales, líneas de investigación estratégicas para el desarrollo ambiental y productivo del noreste de México.

En 1991 se trasladó a Monterrey con el fin de continuar su labor en la Facultad de Ciencias Biológicas, en la misma Universidad Autónoma de Nuevo León, integrándose al Departamento de Botánica.

Como docente en la FCB, impartió cursos a nivel licenciatura sobre botánica general y económica o diseños experimentales, tema que también enseñó en el posgrado, además de bioestadística, ecología de comunidades vegetales, manejo y administración de recursos vegetales, entre otros.

* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.
Contacto: marco.alvaradovz@uanl.edu.mx, jose.uvallesc@uanl.edu.mx

En el Departamento de Botánica continuó sus trabajos y formación de capital humano, alcanzando la jefatura en 2000, cargo que ocupó hasta su jubilación, en marzo de 2025. En dicho periodo destacan sus investigaciones acerca de la distribución, aspectos ecológicos uso y aprovechamiento del mezquite (*Neltuma glandulosum*) en Nuevo León. Este fue un estudio que duró varios años y contribuyó de forma significativa a la formación de recursos humanos de nivel doctorado, maestría y licenciatura.

También destaca el trabajo sobre las poblaciones de la planta de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en Coahuila, en donde colaboró con la iniciativa privada en el reconocimiento de ecotipos, producción de cera y técnicas de reproducción sexual, asexual y mediante cultivo de tejidos para mejorar su propagación.

En sus últimos años en Ciencias Biológicas contribuyó de forma significativa a la creación y consolidación del proyecto Jardín Etnobiológico UANL, en el que participan especialistas de las facultades de Agronomía, Ciencias Forestales y Biológicas.

Además de lo anterior, cabe destacar su visión y búsqueda de la interacción multidisciplinaria en los programas de investigación, para lo cual siempre procuró la colaboración con entidades privadas, organizaciones gubernamentales e instituciones educativas como la UAAAN y la UJED, o las facultades de Agronomía, Veterinaria y Ciencias Forestales, entre otras. Gracias a esta interacción contribuyó a la formación de numerosos doctores que actualmente se desempeñan exitosamente en múltiples universidades y laboratorios del país y del extranjero.

Es importante mencionar que, además de su labor de investigación y docente en las facultades de Ciencias Forestales y Biológicas, fue maestro en el posgrado de Contaduría Pública y Administración de la UANL.

El Dr. Rahim tuvo un papel digno de resaltar en la consolidación del posgrado en la FCB, particularmente en Botánica, posteriormente contribuyó a su rediseño en Manejo de Recursos Vegetales y en los últimos años participó en la creación y diseño del posgrado en Manejo y Aprovechamiento Integral de

Recursos Bióticos. Producto de esta fructífera labor fueron las decenas de profesionistas y especialistas que egresaron de ahí a lo largo de tres décadas.

Su espíritu inquieto e innovador lo llevó también a explorar en la etnobotánica, particularmente lo relacionado con la medicina tradicional y herbolaria, donde durante varios años contribuyó al estudio de las plantas curativas, elaborando algunos manuales y promoviendo su uso a través de cursos y talleres.

PRODUCTIVIDAD ACADÉMICA Y RECONOCIMIENTOS

Su productividad académica y excelencia le valieron ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras, nivel II, y de la Academia Mexicana de Ciencias desde 1995. A lo largo de su vida lideró más de 40 proyectos científicos, principalmente sobre recursos vegetales del noreste de México, producto de ellos publicó más de 200 artículos, cinco libros y 26 capítulos, además de múltiples presentaciones en congresos y eventos académicos.

Como formador de capital humano, el Dr. Rahim dirigió más de 120 tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Desde 1999 fue incluido en el directorio biográfico internacional *Who's Who in the World*. Asimismo, en 2013 se hizo acreedor al Premio de Investigación Científica UANL, máximo galardón que concede nuestra Universidad. También contó con el perfil Prodep, otorgado por la SEP, y fue pieza clave del Cuerpo Académico Botánica (CA-186), reconocido con el nivel de Consolidado.

EL LADO HUMANO: UN MAESTRO ENTRAÑABLE

En Ciencias Forestales, Dr. José Isidro Uvalle

Mi relación profesional con el Dr. Rahim Foughbakhch inició en diciembre de 1986, cuando, mediante una convocatoria laboral, fui seleccionado para integrarme al Departamento Agroforestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, entonces coordinado por él. Bajo su

dirección, fui técnico de campo en diversos programas de investigación, colaborando desde las etapas iniciales de establecimiento en vivero hasta la evaluación del crecimiento y la productividad de plantaciones silvícolas. Entre los primeros proyectos destaca el estudio de *Leucaena leucocephala* (tepeguaje) como suplemento alimenticio para cabras, experiencia que marcó significativamente mi formación profesional en el ámbito de la investigación agroforestal.

El trabajo desarrollado bajo su coordinación se caracterizó por el rigor científico, la amplitud temática y la pertinencia regional, contribuyendo de manera sustancial al conocimiento, manejo y conservación de los recursos forestales del noreste de México. En particular, sus investigaciones sentaron bases sólidas para la valoración de los ecosistemas xerófilos, los cuales, en aquel periodo, eran escasamente estudiados y poco reconocidos en su importancia ecológica y productiva.

En Ciencias Biológicas, Dr. Marco Antonio Alvarado

Conocí al Dr. Rahim en 1992, poco después de su llegada a la Facultad, en ese tiempo yo era técnico académico y no tenía mucha interacción con él; sin embargo, en 1998, cuando estaba por iniciar mi doctorado, considerando su experiencia y trayectoria, decidí que él era la persona idónea para la dirección de mi tesis, la cual quería que estuviera enfocada en ecología, área en la que él era especialista; por fortuna aceptó y realizamos un estudio pionero sobre la fenología de plantas del matorral xerófilo que, a sugerencia suya, fue codirigido y optimizado por el Dr. Enrique Jurado Ybarra (1961-2024). Durante ese tiempo tuve la oportunidad de conocer y trabajar muy de cerca con el Dr. Rahim y esa colaboración continuó por varios años en los que traté y aprendí su lado humano, su cariño por México, su interés por los alumnos y su disciplina y compromiso con el quehacer científico.

Especialmente recuerdo con agrado las muchas ocasiones que compartimos salidas a campo para estudios ecológicos sobre mezquite y candelilla en Nuevo León y Coahuila, o viajes a congresos en los que dejaba ver su lado huma-

no, y a veces también su sentido del humor, contando algunas anécdotas, por ejemplo, cuando a su llegada a México en 1981, hablando casi nada de español, fue invitado a una posada donde escuchó mariachis por primera vez. Al principio pensó que los músicos iban a pelear por el tono de sus voces, pero terminó cantando con ellos "El Rey", aunque por error entonaba "robar y robar" en lugar de "rodar y rodar".

También nos comentaba un poco acerca de su vida en Irán o en Francia, por ejemplo, que cuando niño, en Persia, él prefería referirse así a su país natal, en su casa se apagaba la luz a cierta hora de la noche y él tenía que salir a la banqueta a continuar haciendo sus deberes escolares a la luz de las lámparas mercuriales.

En el ámbito personal y profesional, el Dr. Rahim Foughbakhch se distinguió por su seriedad, disciplina y alto nivel de exigencia académica. Estas cualidades definieron su liderazgo y representaron una valiosa oportunidad de aprendizaje y crecimiento para aquellos tuvimos la fortuna de formarnos bajo su guía.

Tras una vida dedicada a la academia, y por razones de salud, el Dr. Rahim inició su jubilación el 1 de abril de 2024 y desafortunadamente partió de este plano terrenal el 4 de marzo de 2026, dejando un vacío inmenso entre quienes lo conocimos, pero su ejemplo como científico visionario y maestro generoso perdurará por siempre, porque fue un estándar de excelencia en la UANL y en la ciencia de los recursos vegetales en México.

Descarga aquí nuestra versión digital.



El impacto del **alcohol**

en tu salud bucal:
lo que necesitas saber



Noemí Espinoza-García*
ORCID: 0000-0001-9001-6003

María Leonor García-López*

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.138-6>

* Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
Contacto: maria.garcia6261@alumnos.udg.mx;
noemi.espinoza@academicos.udg.mx

La ingesta de alcohol es una práctica socialmente aceptada a nivel mundial y suele considerarse parte de la convivencia. Se trata de la sustancia psicoactiva más consumida en el orbe. En 2019, la prevalencia global de uso fue de 43.8%, con una mayor proporción en varones (52.2%) que en mujeres (35.4%). Ese mismo año, entre los jóvenes de 15 a 19 años, la incidencia en los últimos 12 meses fue de 22% (23.5% masculinos; 20.5% femeninas) (WHO, 2024).

En México, el alcohol ocupa el primer lugar entre las sustancias psicoactivas ingeridas por la población (Conasama, 2024). De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, el año pasado se registraron prevalencias de consumo de 55% en adultos de 20 años y más, y de 20.6% en adolescentes de 10 a 19 (Conasama, 2024).

Aunque brindar con una copa pueda parecer inofensivo, su abuso trae consecuencias graves, en muchos casos, irreversibles (Lobato-Guerra *et al.*, 2022a). La OMS estima que cada año más de 2.6 millones de personas pierden la vida en el mundo por motivos relacionados con el alcohol (WHO, 2024). En México, se calcula que alrededor de 41 mil muertes anuales están asociadas a esta sustancia (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2019). De hecho, seis de las diez principales causas de defunción en el país tienen que ver con él (Inegi, 2024).

A pesar de que sus efectos en órganos como el hígado o el cerebro son ampliamente conocidos, su impacto en la salud bucodental ha recibido menos atención. Boca seca, mal aliento e irritación de encías después de una noche de copas son señales tempranas de que también afecta a la cavidad bucal, el tejido gingival y la mucosa oral. El consumo de alcohol tiene efectos directos sobre estos, aumentando el riesgo de bruxismo (hábito involuntario de apretar o rechinar los dientes), pérdida de piezas, padecimiento

periodontal (enfermedad de las encías y el hueso que sostiene la dentadura), halitosis (mal aliento), estomatitis (inflamación dentro de la boca que causa llagas o enrojecimiento en el área gingival, lengua o el interior de las mejillas) e incluso cáncer oral (Cuberos *et al.*, 2020; Vilas *et al.*, 2023).

¿CÓMO AFECTA EL ALCOHOL A LA SALUD BUCAL?

Boca seca: la primera señal

La saliva actúa como escudo natural ante bacterias y ácidos. Contiene enzimas que ayudan a remineralizar los dientes, neutralizar ácidos y controlar los gérmenes (Okuyama y Yanamoto, 2024). El alcohol disminuye su producción al alterar la función de las glándulas salivales y del sistema nervioso autónomo. Esta reducción genera sequedad bucal (xerostomía), favorece un

ambiente ácido y la proliferación de microorganismos cariogénicos. Como consecuencia, se incrementa el riesgo de caries, halitosis y daño en los tejidos orales, además de aminorar la capacidad de remineralización dental y de defensa frente a agentes patógenos (NIH, 2019).

Asimismo, el consumo frecuente altera la función de las glándulas salivales, pequeñas "fuentes" que mantienen la boca húmeda y limpia. Esto agrava la sensación de sequedad bucal y disminuye la facultad de cicatrización en la mucosa oral (Cuberos *et al.*, 2020).

Caries y desgaste dental

Las bebidas alcohólicas, en especial las ácidas (el vino o la cerveza), reducen el pH bucal, creando un ambiente favorable para los microorganismos que dañan el esmalte dental. A largo plazo, esto se traduce en erosión, sensibilidad y mayor vulnerabilidad a las caries (Oral Health Foundation, 2023).

La situación empeora al mezclar alcohol con refrescos o jugos azucarados, pues el azúcar alimenta a las bacterias cariogénicas (las que causan caries), dejando los dientes sin defensa natural y facilitando la aparición de lesiones como manchas iniciales, cavidades o desgaste del esmalte (Lobato-Guerra *et al.*, 2022b; Vilas *et al.*, 2023).

Es importante distinguir que el daño no proviene únicamente del etanol. Muchas bebidas alcohólicas comerciales tienen una alta carga de edulcorantes libres y un pH extremadamente áci-

do. Esta combinación genera un efecto sinérgico: mientras el licor disminuye el flujo salival (eliminando la barrera protectora), el azúcar propicia el crecimiento bacteriano y la acidez contribuye a la erosión directa del esmalte, acelerando su desmineralización (Nik Mohd Rosdy *et al.*, 2023).

Adicionalmente, el consumo de alcohol puede modificar la microbiota oral, favoreciendo la proliferación de microorganismos acidogénicos (aquellos que producen ácidos a partir de azúcares y otros compuestos). Tal desequilibrio, junto con la disminución del flujo salival, contribuye al desarrollo de lesiones cariosas (Rajasekaran *et al.*, 2024).

En este contexto, es importante considerar que la repercusión del alcohol en la salud bucodental no ocurre de manera aislada. Factores como la combinación con bebidas azucaradas, la frecuencia de consumo y los hábitos de hi-

giene bucal pueden potenciar sus efectos, por lo que el impacto observado suele ser el resultado de la interacción de múltiples causas.

Además de los daños sobre el esmalte dental, el licor también afecta los tejidos de soporte como las encías y el hueso alveolar.

Enfermedad periodontal (enfermedad de las encías)

El alcohol también afecta a las encías y los tejidos que sostienen los dientes. Al debilitar la mucosa oral, facilita la entrada de microorganismos y altera la respuesta inmune local, particularmente la función de los neutrófilos (células de defensa encargadas de combatir infecciones). Esto fomenta la colonización bacteriana y perpetúa la inflamación gingival. A largo plazo, tales procesos favorecen la destrucción del tejido y el ligamento periodontal, así como el hueso alveolar (Gandhi *et al.*, 2024).

El resultado es un mayor riesgo de gingivitis (encías rojas e hinchadas que sangran con facilidad), flogosis crónica, pérdida de hueso alveolar (éste sostiene los dientes) y, en etapas avanzadas, caída de piezas dentales. Además, la sequedad bucal y los cambios en los microorganismos que viven en ella (microbiota oral) dificultan la recuperación de las encías y prolongan la inflamación (Vilas *et al.*, 2023).

Cáncer oral

El etanol es un factor de riesgo importante para desarrollar cáncer en la boca, la lengua y la garganta. Actúa como un solvente: disuelve los lípidos que protegen la mucosa oral, dañando

su capa protectora y dejando el acceso abierto por lo que sustancias cancerígenas pueden entrar con mayor facilidad (Stornetta *et al.*, 2018).

La amenaza aumenta de manera exponencial cuando el consumo de alcohol se combina con el tabaquismo. Juntos, tabaco y licor, actúan como una "llave y cerradura" que podría abrir la puerta al cáncer oral (Cuberos *et al.*, 2020; Lobato-Guerra *et al.*, 2022b; Vilas *et al.*, 2023).

El etanol se metaboliza en acetaldehído (Stornetta *et al.*, 2018), un compuesto considerado carcinógeno, que puede dañar el ADN y favorecer mutaciones celulares (Kruman *et al.*, 2012). Además, aumenta la permeabilidad de la mucosa oral, facilitando la entrada de otras sustancias carcinogénicas, especialmente en combinación con el tabaco (Gandhi *et al.*, 2024). En la figura 1 se resumen los principales efectos del consumo de alcohol sobre la salud bucal.



Figura 1. Entre los principales efectos del consumo de alcohol en la salud bucal se incluyen, caries, enfermedad periodontal, sequedad y cáncer oral (figura: elaboración propia).

IMPACTO SOCIAL Y DE SALUD PÚBLICA

La ingesta de alcohol no solo representa un problema individual. Sus consecuencias afectan a comunidades enteras y al sistema de salud. En México, el inicio temprano del consumo, en edades entre 16 y 17 años, aumenta el riesgo de dependencia y de enfermedades asociadas en etapas posteriores de la vida (Benjet *et al.*, 2014).

La falta de acceso a atención odontológica, hábitos de higiene deficientes y una alimentación inadecuada agravan el impacto del alcohol en la salud bucodental, sobre todo en poblaciones vulnerables.

¿CÓMO PODEMOS PREVENIR ESTOS DAÑOS?

Difundir esta información es esencial para que la sociedad comprenda que la salud bucal no es un tema secundario, sino parte integral del bienestar general y la calidad de vida.

A pesar de los riesgos, existen medidas prácticas que permiten minimizar el daño:

- Beber con moderación. Limitar la cantidad y frecuencia de consumo.
- Mantenerse hidratado. Es recomendable utilizar agua mientras se ingiere licor (esto evita una deshidratación) y después de hacerlo para enjuagar la boca, así ayudaremos a eliminar los restos de

alcohol y estimularemos la producción de saliva.

- Tener a la mano caramelos con xilitol. Éste es un edulcorante natural con un bajo índice glucémico que se incluye comúnmente en alimentos y artículos de cuidado bucal debido a sus propiedades benéficas, al equilibrar el pH y aumentar el flujo salival (Cuberos *et al.*, 2020).
- Mantener una buena rutina de higiene. Cepillarse los dientes y usar hilo dental de manera frecuente.
- Acudir con regularidad al dentista. Al menos cada seis meses, para la detección anticipada de cualquier problema.

Además de estas medidas individuales, es fundamental considerar estrategias de educación en salud y acceso a servicios odontológicos. La promoción de hábitos saludables y el consumo responsable de alcohol desde edades tempranas pueden contribuir a reducir el impacto de estos padecimientos a nivel poblacional.

Existen factores sociales y pedagógicos determinantes, como la falta de políticas de etiquetado que adviertan de los riesgos para la salud bucal, la publicidad dirigida a grupos juveniles y el acceso limitado a servicios odontológicos preventivos, especialmente en zonas rurales. En este sentido, los programas educativos que incorporen la salud bucal dentro de los proyectos sobre adicciones representan una estrategia prometedora para abordar dicho problema de manera integral, en comparación con intervenciones aisladas.

CONCLUSIONES

El consumo excesivo de alcohol tiene un impacto significativo en la salud bucal, que va desde alteraciones funcionales hasta enfermedades graves como el cáncer oral, lo que lo convierte en un problema prevenible, pero frecuentemente subestimado.

La buena noticia es que gran parte del daño puede evitarse. Moderar el consumo, mantener una adecuada higiene oral, acudir regularmente al dentista y promover la educación en este rubro son estrategias efectivas para proteger dientes y encías.

Asimismo, es importante reconocer que estos resultados no dependen únicamente de beber alcohol, sino de la interacción con otros factores como la dieta, la higiene bucal y el acceso a servicios de salud, lo que resalta la necesidad de un enfoque integral en su prevención.

Cuidar la boca es atender la salud general. ¡Disfruta con responsabilidad y protege tu sonrisa!

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS

Benjet, Corina, Borges, Guilherme, Méndez, Enrique, *et al.* (2014). Adolescent alcohol use and alcohol use disorders in Mexico City, *Drug and Alcohol Dependence*, 136(1), 43-50, <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2013.12.006>
Comisión Nacional de Salud Mental y Adicciones. (2024). *Hoja de datos: panorama de la demanda de atención por consumo nocivo de alcohol en México.*

Cuberos, Mara, Chatah, Elias M., Baquerizo, Hugo Z., *et al.* (2020). Dental management of patients with substance use disorder, *Clinical Dentistry Reviewed*, 4(1), 1-8, <https://doi.org/10.1007/S41894-020-00078-8>

Gandhi, Utsav H., Benjamin, Amit, Gajjar, Shreya, *et al.* (2024). Alcohol and periodontal disease: A narrative review, *Cureus*, 16(6), e62270, <https://doi.org/10.7759/cureus.62270>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Número de defunciones registradas. Estadísticas de defunciones registradas de enero a junio 2023*, https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2023_En-Jn.pdf

Institute for Health Metrics and Evaluation. (2019). *GBD Compare*, <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>

Instituto Nacional de Investigación Dental y Craneofacial. (2019). *La boca seca: causas, síntomas, diagnóstico y tratamiento*, <https://www.nidcr.nih.gov/espanol/temas-de-salud/la-boca-seca>

Kruman, Inna I., Henderson, George I., Bergeson, Susan E. (2012). DNA damage and neurotoxicity of chronic alcohol abuse, *Experimental Biology and Medicine*, 237(7), 740-747, <https://doi.org/10.1258/ebm.2012.011421>

Lobato-Guerra, Lizette F., Rojina-Magaña, Christopher A., López-Santacruz, Hiram D., *et al.* (2022). Adolescencia y consumo de sustancias: abordaje odontológico, *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 12(1), <https://doi.org/10.47990/alop.v12i1.507>

Nik Mohd Rosdy, N., Noor Aina Shuhada, Mohd Amin, Roslan, Nurnabila. (2023). Erosive potential and sugar content of popular beverages: A double whammy for dentition, *International Journal of Dentistry*, 9924186, <https://doi.org/10.1155/2023/9924186>

Okuyama, Kohei, Yanamoto, Souichi. (2024). Saliva in balancing oral and systemic health, oral cancer, and beyond: A narrative review, *Cancers*, 16(24), 4276, <https://doi.org/10.3390/cancers16244276>

Oral Health Foundation. (2023). *Cheers to oral health: The positive impact of gi-*

ving up alcohol, <https://www.dental-health.org/blog/cheers-to-oral-health>

Rajasekaran, John J., Krishnamurthy, Hari K., Bosco, Jophi, *et al.* (2024). Oral microbiome: A review of its impact on oral and systemic health, *Microorganisms*, 12(9), 1797, <https://doi.org/10.3390/microorganisms12091797>

Stornetta, Alessia, Guidolin, Valeria, Balbo, Silvia. (2018). Alcohol-derived acetaldehyde exposure in the oral cavity, *Cancers*, 10(1), 20, <https://doi.org/10.3390/cancers10010020>

Vilas-Rivero, Talía, Rodríguez-Álvarez, Leslie M., Betancourt-Valladares, Miriela. (2023). Alcoholism: Its effects on both oral and general health, *Revista Progaleno*, 6(1), 31-43.

World Health Organization. (2024). *Over 3 million annual deaths due to alcohol and drug use, majority among men*, <https://www.who.int/news/item/25-06-2024-over-3-million-annual-deaths-due-to-alcohol-and-drug-use-majority-among-men>

World Health Organization. (2024). Alcohol, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>

Recibido: 03/10/2025
Aceptado: 15/04/2026

Descarga aquí nuestra versión digital.



El impacto del alcohol en tu salud bucal: lo que necesitas saber

RESUMEN

El consumo excesivo de alcohol es un problema de salud pública que provoca millones de muertes cada año. Más allá de sus efectos en el organismo, también daña la salud bucodental, aumenta el riesgo de caries, enfermedad periodontal, desgaste, manchas, halitosis, traumatismos y, en casos graves, cáncer oral. Estos daños se relacionan con la reducción de saliva, el debilitamiento de la mucosa y la disminución de defensas inmunológicas. Afortunadamente, la prevención es posible mediante hábitos sencillos: higiene bucal adecuada, consumo moderado y visitas periódicas al dentista para la detección temprana de complicaciones.

Palabras clave: alcohol, salud bucodental, caries dental, enfermedad periodontal, prevención.

The impact of alcohol on your oral health: what you need to know

ABSTRACT

Excessive alcohol consumption is a public health problem that causes millions of deaths each year. Beyond its effects on the body, it also damages oral health, increasing the risk of tooth decay, periodontal disease, dental wear, tooth staining, halitosis, oral trauma, and in severe cases, oral cancer. This damage is related to reduced saliva, weakened mucosa, and decreased immune defenses. Fortunately, prevention is possible through simple habits: proper oral hygiene, moderate alcohol consumption, and regular visits to the dentist for early detection of complications.

Keywords: alcohol, oral health, dental caries, periodontal disease, prevention.

Yazmín Ramírez Galván, una médica que eligió diagnosticar



María Josefa Santos-Corral*

*Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad de México, México.
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx

Yazmín Aseret Ramírez Galván es médica cirujana partera por la Facultad de Medicina de la UANL. Cuenta con una especialidad en Radiología realizada en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", de la misma universidad, y una alta especialidad en Imagen Médica Mamaria Diagnóstica e Intervencionista realizada en el Instituto de Enfermedades de la Mama-FUCAM, de la UNAM. Tiene un doctorado en Medicina por la UANL y diversas certificaciones.

Su área de especialidad es en radiología e imagen, específicamente en imagen mamaria diagnóstica e intervencionista. Es profesora de la Facultad de Medicina de la UANL en la carrera de Médico Cirujano y Partero, así como docente de posgrado en la especialidad en Radiología e Imagen en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", programa que también coordina. Asimismo, es profesora titular del curso de alta especialidad en Imagen de Mama.

A lo largo de su trayectoria ha recibido múltiples distinciones, entre las que destacan un primer lugar en la IX Olimpiada Estatal de Biología en 1999 y el Premio de Investigación UANL 2018, entre otros.



¿Cómo y cuándo descubre la doctora Ramírez su vocación por la medicina?

Sé que mucha gente descubre su vocación desde pequeñas: juegan a la actividad que quieren desempeñar en el futuro (algo muy común en quienes estudian medicina) o tienen algún referente familiar o docente. A mí no me ocurrió nada de eso. Soy la hija mayor. Mis padres son personas muy trabajadoras, pero no tuvieron formación profesional, por lo que no estuve expuesta a un campo específico durante mi infancia ni en los primeros años de la adolescencia.

Cuando estaba en la preparatoria, muchas materias me gustaban y llamaban mi atención. Aunque ya había decidido estudiar una licenciatura, no lograba inclinarme por ninguna. Al llegar el momento de las inscripciones a la Universidad Autónoma de Nuevo León, mi angustia y preocupación aumentaron.

Un día, durante un traslado en transporte público de la UANL a mi casa, me quedé dormida, como solía hacerlo porque me levantaba muy temprano para asistir a clases. Soñé que veía a una persona corriendo, que se caía y se lastimaba la rodilla. En el sueño acudí a ayudarlo, brindándole primeros auxilios: limpié la herida, apliqué lo que había aprendido de mi papá y le coloqué una curita. Al despertar, justo antes de bajar del transporte, tenía una de esas banditas en mi mano. No sé cómo ocurrió: quizá la llevaba en el bolsillo y la saqué dormida. Sin embargo, ese momento me hizo consciente de algo: aunque me interesaban muchas cosas, lo que realmente iba a llenar mi corazón y hacerme feliz era ayudar a los demás.

Al día siguiente me inscribí al examen de medicina, y no me arrepiento.



Esta formación me ayudó a comprender mis posibilidades de ingresar a medicina, ya que ambas disciplinas se enfocan en el estudio de los seres vivos, y en el caso de la medicina, específicamente en el ser humano.

Durante la carrera mantuve relación con la biología en varias materias: fisiología, bioquímica, biología celular y molecular. Sin embargo, en mi práctica actual como radióloga, debo decir que me he alejado un poco de la biología.



¿Cuándo se decantó por el análisis de imágenes médicas?

Tomé esa decisión desde muy temprano en la carrera. Hay personas que incluso concluyen el pregrado sin haber elegido un campo de especialidad, mientras que otras ejercen la medicina general con gran satisfacción, lo cual es muy necesario en nuestro país y en el mundo.

En mi caso, siempre supe que quería especializarme. Me gustaba estudiar y prepararme, y tenía claro que deseaba enfocarme en un área específica.

En la UANL, la carrera de medicina se divide en dos etapas: una básica y otra clínica. A partir del cuarto año comienzan las asignaturas clínicas. En ese momento cursé radiología y cirugía general.

Podría pensarse que la radiología me enamoró directamente, pero no fue así. Radiología era una materia general en la que se abordaban distintos métodos de imagen para diagnosticar enfermedades. Mientras que, en cirugía general, mi profesor –un cirujano oncólogo– atendía a muchos pacientes con cáncer de mama.

Fue ahí donde identifiqué un área que no había considerado con suficiente profundidad: el diagnóstico del cáncer de mama. Comprendí que detectarlo a tiempo permite a quien lo padece acceder a tratamientos adecuados y mejorar significativamente sus posibilidades de supervivencia.

En ese momento decidí orientarme hacia la radiología y, posteriormente, especializarme en imagen mamaria. Nunca me interesó realizar cirugías, radioterapia o quimioterapia; yo quería estar en la base del proceso, el diagnóstico oportuno.



En su CV apunta que recibió varios premios estatales en biología, me gustaría preguntarle, ¿cómo se vincula su trabajo médico con la biología?

La biología fue el camino por el que conocí la medicina. Como en la preparatoria me gustaban muchas materias –química, matemáticas y biología–, tuve la fortuna de ingresar a un programa de la UANL para el estímulo y desarrollo de talentos, donde recibíamos formación en distintas áreas del conocimiento.

Ahí encontré que el camino más natural para mí era la biología, lo que me permitió asistir en dos ocasiones a concursos de esta disciplina. En mi segunda participación obtuve un mejor lugar e ingresé a una preparación especial de tres o cuatro meses con el objetivo de acudir a la olimpiada nacional.

Durante ese periodo tomé clases con profesores de la Facultad de Biología y recibí entrenamiento en diversas áreas de las ciencias biológicas, desde el nivel celular hasta el estudio de organismos. Observé cómo funciona la célula en condiciones normales y qué ocurre cuando hay enfermedad, lo cual se relaciona con la fisiología y la fisiopatología del ser humano.





¿Cómo ha integrado su red de trabajo con médicos, radiólogos e investigadores de otros lugares del mundo?

He tenido la fortuna de formarme con radiólogos brillantes, entre ellos el doctor Guillermo Elizondo Riojas, ampliamente reconocido en México y en el extranjero. Formar parte de este grupo me ha permitido participar en congresos y proyectos de colaboración, así como establecer vínculos con investigadores destacados en radiología. Esto ha contribuido a mi crecimiento profesional y a ensanchar mi campo de estudio.

Además de las convenciones de radiología, también asisto a eventos enfocados en cáncer de mama, donde interactué con especialistas de distintas áreas involucradas en su tratamiento. Dichos espacios favorecen el trabajo interdisciplinario y la generación de nuevas oportunidades de colaboración.



Más allá de su intenso trabajo docente, ¿qué otras actividades de vinculación ha desarrollado?

Soy profesora de tiempo completo en el hospital-escuela de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que es también mi lugar de trabajo. Ahí imparto clases y ejerzo como radióloga.

Una de las actividades que más satisfacción me genera es la difusión del conocimiento. Además de la publicación de artículos y la investigación, organizó un evento anual de concientización dirigido a la población general.

Aunque el cupo es limitado, la invitación es abierta a mujeres y hombres. En este espacio buscamos comunicar, con un lenguaje sencillo, la importancia del diagnóstico oportuno del cáncer de mamá. La actividad se centra en la relevancia de la mamografía, el estudio más utilizado para la detección temprana, pero también contamos con la participación de especialistas en cirugía, oncología, psicología y nutrición. El objetivo es brin-



dar información clara y confiable a gente sin formación en salud, con la finalidad de que sepan cuándo deben realizarse análisis y qué tipo le corresponde y a entender los resultados que pudieran obtener. Además, este conocimiento puede replicarse, ya que quienes asisten comparten lo aprendido con otras personas.

Por otro lado, también participo en la atención clínica dentro del hospital, que es público y atiende principalmente a gente sin seguridad social, proveniente de Nuevo León y de estados vecinos. Como hospital-escuela, integramos enseñanza, investigación y atención médica. Tengo la oportunidad de supervisar la formación de residentes y especialistas, quienes aprenden a través de la práctica clínica.



¿Qué le ha dado la UANL a la doctora Ramírez y usted qué le ha dado a la UANL?

Provengo de una familia en la que mis padres y abuelos no tuvieron la opción de cursar una carrera profesional. He tenido la fortuna de aprovechar momentos que me permitieron no solo obtener una licenciatura, sino también realizar estudios de posgrado.





Todas estas oportunidades han sido posibles gracias a la Universidad Autónoma de Nuevo León. Ingresé desde el nivel medio superior y, felizmente, con mi desempeño obtuve becas para continuar mi formación sin representar una carga económica para mi familia. También participé en programas de desarrollo de talentos, lo que amplió mi perspectiva.

La UANL ha sido fundamental en mi formación. Cada etapa fue una posibilidad que me llevó a la siguiente, hasta llegar al punto donde me encuentro hoy.

Por mi parte, he procurado corresponder con compromiso y dedicación. Me esfuerzo en la docencia, en la atención a pacientes y en la formación de nuevos especialistas, consciente de que nuestra labor impacta directamente en la vida de las personas.

Ese es el aporte que hago a la universidad: mi trabajo realizado con responsabilidad, vocación, entrega y amor.

Muchas gracias doctora Ramírez.

[Descarga aquí nuestra versión digital.](#)



Yazmín Ramírez Galván, una médica que eligió diagnosticar

Yazmín Ramírez Galván, a doctor who chose to diagnose

RESUMEN

La historia de la doctora Yazmín Aseret Ramírez Galván es la de una vocación que se descubre en la adolescencia y se consolida con el compromiso con el diagnóstico oportuno y la enseñanza médica. Formada en la Universidad Autónoma de Nuevo León, es especialista en Radiología e Imagen y en Imagen Mamaria Diagnóstica e Intervencionista, área en la cual ha enfocado su labor profesional en la detección temprana del cáncer de mama. A partir de una entrevista, este texto recorre su trayectoria académica y personal: desde sus primeros acercamientos a la biología en la adolescencia, hasta su decisión de especializarse en el análisis de imágenes médicas como herramienta clave para salvar vidas.

Palabras clave: imagen mamaria, divulgación científica, diagnóstico temprano, universidad pública.

ABSTRACT

The story of Dr. Yazmín Aseret Ramírez Galván illustrates how a medical vocation can be discovered through personal experience and strengthened by a commitment to education and early diagnosis. Trained at the Universidad Autónoma de Nuevo León, Dr. Ramírez is a specialist in Radiology and Medical Imaging, with advanced expertise in Diagnostic and Interventional Breast Imaging. Based on an interview, this text traces her academic and professional journey, from her early interest in biology to her decision to focus on medical imaging as a fundamental tool for the early detection of breast cancer.

Keywords: breast imaging, science communication, early detection, public university.



Sustentabilidad ecológica

Cambio climático: desafíos y oportunidades educativas

Pedro César Cantú-Martínez*
ORCID: 0000-0001-8924-5343

* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.
Contacto: cantup@hotmail.com

El cambio climático es una gran eventualidad que enfrenta el mundo hoy en día. Tal circunstancia provoca que muchas comunidades tengan que mudar su residencia, y con ello abandonar sus hogares, lo que genera una mayor presión y daño a la naturaleza. Además, este contexto situacional hace que coexistan expulsiones y eliminación de componentes de la flora y fauna. Para revertir esta condición de forma universal se requiere reducir considerablemente la contaminación que promueve el calentamiento de la atmósfera terrestre, con la finalidad de evitar que la temperatura no se incremente más de 1.5 grados centígrados (Naciones Unidas, 2025).

Una forma importante de lograrlo es mostrando a todos la relevancia del medio ambiente y las consecuencias del cambio climático. De esta manera, el cambio climático bosqueja significativos retos pedagógicos. Al respecto, las Naciones Unidas (2020) han pronunciado que las nuevas generaciones deben aprender y esmerarse en cuidar la naturaleza mientras están recibiendo su educación. Particularmente, dicha proclamación se hace con el fin de ostentar una mejor condición de vida en un lugar más saludable ambientalmente.

Por eso, la participación de las estructuras educativas de las distintas jerarquías gubernamentales es trascendental para que enseñen más sobre el entorno y el cambio climático, con el objetivo de ayudar y promover acciones específicas que generen una transformación positiva social y ambiental.

Por consiguiente, pretendemos aproximarnos, en el presente manuscrito, a las dificultades y conveniencias de establecer una educación que fortalezca lo antes señalado. Para esto abordaremos cuál es el escenario del cambio climático, los retos y oportunidades de una enseñanza en términos de afrontar este desafío, y concluiremos con algunas consideraciones finales.

ESCENARIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIEC, 2019) dice que queremos proceder de manera expedita y efectiva para reducir los gases de invernadero que promueven el calentamiento del planeta. Ya que, de no llevarlo a cabo, podríamos ver un aumento de más de 1.5 grados centígrados en las próximas décadas, lo que ocasionaría la desaparición de ecosistemas susceptibles a estas condiciones nada benévolas, y así afectar mayúsculamente a las comunidades más vulnerables. Aunque se reconoce, por la evidencia existente, que el cambio climático es un inconveniente real y serio, aún se puede observar, en el concierto internacional, una carencia de voluntad y la omisión de abordarlo integralmente para solucionarlo (Cantú-Martínez, 2014).

De esta manera, en distintas partes del mundo se enfrentan muchas problemáticas relativas al cambio climático, no obstante los pronunciamientos y advertencias orientadoras llevadas a cabo e inscritas en diversas publicaciones (Gaudiano, 2007; Canaza-Choque, 2019; Gómez y Carrea, 2019; Gavilanes-Capelo y Tipán-Barros, 2021). Así, las naciones en el orbe –mediante sus gobiernos– convergen en la importancia de contar con un entorno saludable y sanitariamente conveniente que ayude a hacer cumplir cabalmente los preceptos señalados en la Declaración Universal de Derechos Humanos y en la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (UNESCO, 2005; International Chair In Bioethics, 2025).

Lo anterior refuerza el concepto de que el cambio climático amenaza constantemente la paz en el mundo. Tan solo habrá que citar el sinnúmero de alteraciones que ha generado escasez de recursos esenciales, como agua y tierras para cultivar, y también puede provocar desastres naturales que destruyen áreas enteras. Este

menoscabo de bienes ambientales, y la devastación de los entornos, han hecho que la gente se desplace, lo que pone en riesgo la seguridad y la armonía entre las comunidades y países. En consecuencia, tales eventualidades se constituyen en obstáculos para lograr el desarrollo sustentable (Cantú-Martínez, 2019, 2022).

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EDUCATIVAS

A pesar de que distintos e importantes organismos internacionales han recomendado que se instruya más sobre el entorno natural y el cambio climático, este tipo de formación todavía no está muy desarrollada en los recintos escolares (Dionne y Lefebvre, 2022). No obstante, la relevancia de la enseñanza como factor de concientización de la sociedad aún no recibe el apoyo y el capital económico idóneo para socorrer en el combate al cambio climático.

De acuerdo con la ONU (2019), en muchas partes del mundo, el derecho a la educación no se respeta, y la instrucción sobre el medio ambiente se ignora porque no hay suficientes modificaciones en los planes de estudio y en lo que se enseña, a lo que se agrega la aridez de estos temas durante la formación de los maestros.

Sin embargo, para hacer las correcciones que se requieren y así combatir contra el cambio climático, es esencial que los líderes de los gobiernos en las distintas naciones no solo tomen decisiones serias y hagan pronunciamientos, sino que además se destine más financiamiento sostenido en el tiempo sobre educación, con el objetivo de fortalecer los aspectos materiales y la formación de recursos humanos competentes

y capacitados que conduzcan estas transformaciones en la sociedad (UNESCO, 2021).

¿Por qué se hace este señalamiento? Porque a pesar de que en el Foro Mundial de Educación, celebrado en 2015 en Incheon, Corea del Sur, donde se mencionó, de forma muy vigorosa, que la formación es un bastión para progresar y combatir el recrudescimiento de la crisis social y ambiental en que subsistimos, esta sigue sin tomarse en cuenta. Al momento, todavía las estructuras gubernamentales –particularmente las de educación– en muchos países no han hecho conciencia y lamentablemente este medio formador y transformador se ha relegado; peor aún, se privilegia la no inclusión, la inequidad, la producción, el gasto y la disposición desmedida de residuos y emisiones (UNESCO, 2015).

Las actividades antes descritas promueven estilos de vida consumistas, con exclusión social, en los miembros de todas las sociedades en el mundo –además de ser poco moderadas–, las cuales robustecen los orígenes y fuentes que suscitan el cambio climático y que no contribuyen al cumplimiento de la agenda 2030 (Cantú-Martínez, 2020). Para esto Hernández-Soto (2016: 30) ha mencionado que las oportunidades que coexisten en derredor de la educación son:

Primero, la necesidad de adoptar y crear un enfoque integral al aprendizaje que considere, no solamente los conocimientos académicos, el desarrollo cognitivo y las capacidades, también las perspectivas no cognitivas, actitudes, valores, emociones, cualidades personales, cuya relevancia empieza a ser crecientemente reconocida. Segundo, la exigencia de tener presente la dimensión aplicada del saber, puesto que no solamente cuenta lo que se conoce, sino lo que se puede hacer con este conocimiento. Y en tercer lugar, la importancia de repensar enteramente la estructura disciplinar tradicional del currículo, la organización de las experiencias de aprendizaje, la manera de enseñar y los sistemas de evaluación si se quiere promover el desarrollo efectivo de competencias.

Estos preceptos reconocen la relevancia de contar con una educación de calidad con la finalidad de empoderar a las personas con suficiente información que les permita participar en las tomas de decisiones ante desafíos locales, regionales, nacionales y globales, como es el caso del cambio climático que afecta el entorno y da origen a un espacio discrepante y perjudicial. Esto refuerza el propósito que surgió en la Convención sobre los Derechos del Niño que ha establecido que la enseñanza inspirará en los escolares el miramiento y respeto por el ambiente natural, tal como está explicado en el Artículo 31 (ONU, 1989).

De este modo, según exponen Morote y Olcina (2023), solo a través de la educación se podrán superar los impedimentos que existen de presentar contenidos explícitos y complejos; para mostrarlos de manera llana y clara sin sacrificar el rigor científico mediante procesos de enseñanza-aprendizaje conducidos por un cuerpo de profesores versados en el tema. Lo cual permitirá guiar y reorientar las percepciones y los datos con los que se cuenta en derredor del fenómeno del cambio climático. Donde un gran volumen de esta información proviene de los medios de comunicación.

CONSIDERACIONES FINALES

La educación como un medio entre la sociedad es altamente importante si se desea socorrer en el combate contra el cambio climático. De no hacerlo, éste fijará, de manera muy notable, nuestro futuro. Por tal razón, la cultura nos auxilia a concebir y comprender mejor esta problemática y a encauzar con conciencia social las decisiones, que pueden producir una gran diferencia entre el logro y el fracaso al implementar actividades de mitigación.

Cuando ahondemos acerca del cambio climático a través de información científica en el medio formal, podremos preparar y empoderar a las personas con el fin de que actúen solos y en grupo en la atención y vigilancia de las causas que lo promueven. Sin embargo, enseñar sobre esto no es algo que se logre rápidamente, se necesitan tiempo y buenos planes educativos –en todos los niveles– que incorporen este conocimiento.

No obstante que la formación es imprescindible en toda colectividad social que busca edificar una ciudadanía participativa e informada, se requiere de una mayor atención por parte de las organizaciones y gobiernos. Esencialmente en lo referente a examinar lo fundamental: la educación relativa al cambio climático, ya que con mucha frecuencia no es suficiente el desempeño actual para promover una nueva conciencia y poner en práctica acciones concretas que realmente coadyuven a contener dicho proceso.

En términos más claros, se debe observar el cambio climático como un objeto de estudio –a través de la enseñanza– con el fin de vincularlo con la cotidianidad del vivir de profesores y alumnos, y así entretejer la red de responsabilidades que tenemos todas las personas en aras de atenuar la génesis de tal acontecimiento. Finalmente, Heras (2015) hace un pronunciamiento preciso e inapelable al señalar que la educación es el único medio que nos sitúa frente a los retos que se yerguen por el cambio climático, que nos ilustrará y capacitará en la lucha por mitigar sus efectos, pero, además, contempla este hecho pedagógico como necesario e insalvable.

REFERENCIAS

Canaza-Choque, Franklin A. (2019). De la educación ambiental al desarrollo sostenible: desafíos y tensiones en los tiempos del cambio climático, *Revista de Ciencias Sociales*, (165), 155-172.

Cantú Martínez, Pedro C. (2014). Cambio climático: sus repercusiones para la sustentabilidad, *CienciaUANL*, 17(67), 31-36.

Cantú-Martínez, Pedro C. (2019). Desarrollo sostenible y cambio climático, *CienciaUANL*, 22(93), 50-56.

Cantú-Martínez, Pedro C. (2020). Deliberación del cambio climático desde la bioética global. *Revista Iberoamericana de Bioética*, (13), 01-11.

Cantú-Martínez, Pedro C. (2022). Agua, sequía y cambio climático, *CienciaUANL*, 25(116), 65-77.

Dionne, Liliane, y Lefebvre, Isabelle. (2022). L'éducation relative à l'environnement et au changement climatique: l'appui d'ententes internationales pour son institutionnalisation, *Éducation relative à l'environnement*, 17(1), <https://id.erudit.org/iderudit/1093841ar>

Gaudiano, Édgar G. (2007). Educación y cambio climático: un desafío inexorable, *Trayectorias*, 9(25), 33-44.

Gavilanes-Capelo, Raisa M., y Tipán-Barros, Boris G. (2021). La educación ambiental como estrategia para enfrentar el cambio climático, *Alteridad Revista de Educación*, 16(2), 286-298.

Groupe d'Experts Intergouvernemental Sur l'Évolution du Climat. (2019). *Réchauffement planétaire de 1,5 °C*, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf

Gómez, José A., y Cartea, Pablo Á. (2019). Educación, ética y cambio climático, *Innovación Educativa*, (29), 61-76.

Heras, Francisco (2015). La educación en tiempos de cambio climático. Facilitar el aprendizaje para construir una cultura de cuidado del clima, *Métode Science Studies Journal*, 85, 57-63, DOI: 10.7203/metode.85.4220

Hernández-Soto, Nadia. (2016). Reflexión teórica sobre la Declaración de Incheon Educación 2030 "Hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida de todos", *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 9(2), 18-36.

International Chair In Bioethics. (2025). *Universal Declaration Of Bioethics And Human Rights Update*, <https://www.int-chair-bioethics.org/universal-declaration>

Morote, Álvaro F., Olcina, Jorge. (2023). Canvi climàtic i educació. Una revisió de la documentació oficial, *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 69(1) 107-34, DOI:10.5565/rev/dag.749.

Organización de Naciones Unidas. (1989). *Convention relative aux droits de l'enfant. Consulté sur*, <https://www.ohchr.org/fr/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-child>

Organización de Naciones Unidas. (2019). *Droit à l'éducation*, <https://n9.cl/qpirs>

Organización de Naciones Unidas. (2020). *¿Cómo hemos de educar a los estudiantes ante la crisis climática?*, <https://news.un.org/es/story/2020/03/1471031#:~:text=Casi%20todos%20los%20pa%C3%ADses%20educan,un%20futuro%20sostenible%20para%20todos.>

Organización de Naciones Unidas (2025). *¿Qué es el cambio climático?*, <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2005). *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Hu-*

manos, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180_spa

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). *Déclaration d'Incheon - Éducation 2030: Vers une éducation inclusive et équitable de qualité et un apprentissage tout au long de la vie pour tous. Incheon (Corée du Sud): Forum mondial sur l'éducation*, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233137_fre

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Climate education in the spotlight at COP26: Ministers of Education and Environment meet for historic event*, <https://en.unesco.org/news/climate-education-spotlight-cop26-ministers-education-and-environment-meet-historic-event>

Descarga aquí nuestra versión digital.



Cambio climático: desafíos y oportunidades educativas

RESUMEN

El cambio climático es la eventualidad más grave que se enfrenta en el contexto mundial. Para atenuar sus efectos se requiere reducir las fuentes que lo causan, y una manera de lograrlo es mediante la educación, que permitirá revelar las consecuencias y el origen de este evento lamentable que abate la diversidad biológica y hace abandonar a un mayor número de personas sus lugares de residencia. Es así que se levantan innumerables desafíos sociales en derredor de la promoción instructiva de nuevos estilos de vida con un enfoque integral que promueva el cuidado de la naturaleza.

Palabras clave: cambio climático, educación, sustentabilidad, desarrollo sustentable.

Climate change: educational challenges and opportunities

ABSTRACT

Climate change is the most serious eventuality faced in the global context. To mitigate its effects, it is necessary to reduce the sources that originate this event and one way to achieve this is through the education of people, which will reveal the consequences and origin that promotes this unfortunate event that devastates biological diversity and makes a large number of people abandon their places of residence. Thus, innumerable social challenges arise around the educational promotion of new lifestyles with a comprehensive approach that promotes the care of nature.

Keywords: climate change, education, sustainability, sustainable development.

IMAGINARIA

La revista *CIENCIA UANL* te invita a publicar tus cuentos de ciencia ficción, dibujos, poemas, cómics o fotografías en la sección imaginaria, un espacio dedicado a las muestras artísticas.

Si estás interesado, manda un correo a esta dirección revista.ciencia@uanl.mx para mayor información





COLABORADORES

Armando Ordaz Hernández

Biotecnólogo enfocado a la obtención de metabolitos con potencial farmacológico e interés industrial a partir de fuentes naturales, especialmente de plantas medicinales, microorganismos y de venenos animales. Pertenece al Instituto de Farmacobiología de la Universidad de la Cañada. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNII, nivel I.

César Uriel Rodríguez Fuentes

Ingeniero químico por el TECNМ, campus Veracruz, donde es asistente de investigación en el Laboratorio de Nanotecnología. Sus líneas de investigación se enfocan en el desarrollo y la caracterización de sistemas micro y nanoestructurados para la liberación controlada de compuestos bioactivos en aplicaciones tópicas, con interés hacia el desarrollo de nuevos productos cosméticos y tratamientos de enfermedades de la piel.

Cynthia Cano Sarmiento

Ingeniera bioquímica por el TECNМ, campus Veracruz. Doctora en Ciencias en Alimentos por el IPN. Jefa del Laboratorio de Nanotecnología. Sus líneas de investigación se enfocan en el desarrollo y la caracterización de sistemas micro y nanoacarreadores de compuestos bioactivos y probióticos para la generación de alimentos funcionales y tratamientos innovadores para múltiples enfermedades.

Denise Margarita Rivera Rivera

Ingeniera en Geología Ambiental por la UAEH. Maestra en Ciencias, con especialidad en Sistemas Ambientales, por el ITESM, campus Monterrey. Doctora en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico por el IPN. Realiza una estancia posdoctoral en el CIBYN-UANL. Es candidata al SNII, nivel I.

Dora María Rubio Castellón

Maestra en Ciencias Odontológicas, especialista en Ortodoncia y licenciada en Cirujano Dentista por la UDG. Su línea de investigación son los aspectos de biomecánica, elementos de diagnóstico y tratamiento en ortodoncia. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del Cuerpo Académico UDG-CA-738 y candidata al SNII.

Edgar Javier Méndez Rosales

Licenciado en Turismo y maestro en Ciencias en Administración de Recursos Humanos por la UAN. Doctorante en Turismo Sostenible y Ecoturismo en la Unicepes. Profesor de tiempo completo en la Unidad Académica de Turismo y Gastronomía-UAN. Coordina la Academia de Comunicación en los Procesos Organizacionales. Forma parte de las academias de Tecnología de la Comunicación y Gestión del Turismo. Miembro de la Asociación Mexicana de Investigación Turística.

Gerardo García González

Departamento de Microbiología, FM y HU "Dr. José Eleuterio González"-UANL.

Gloria M. González

Departamento de Microbiología, FM y HU "Dr. José Eleuterio González"-UANL.

Guillermo Elizondo Riojas

Profesor del Departamento de Radiología, presidente del Comité de Investigación, ambos del HU "Dr. José Eleuterio González". Director de Investigación y de la revista *Ciencia UANL*. Presidente del Committee for International Radiology Education de la Radiological Society of North America (RSNA). Miembro de la Academia Nacional de Medicina de México (ANM), de la AMC, de la Federación Mexicana de Radiología (FMRI), del Consejo Mexicano de Radiología (CMRI), de la Alliance for Clinical Educators in Radiology (ACER), de la Association of University Radiologists (AUR) y del SNII.

Israel Jesús Orlando Guerrero

Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, especialista en Optoelectrónica por el INAOE. Su interés se centra en el desarrollo de dispositivos optoelectrónicos aplicados a la biofotónica, abarcando espectroscopía, microscopía, nanoscopia y biosensores. Cuenta con perfil Prodep y es candidato al SNII, nivel I.

Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez

Profesora-investigadora de tiempo completo en la UDG. Doctora y maestra en Ciencias, especialista en Ortodoncia

y Cirujana Dentista. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del cuerpo académico de Biomecánica en Ortodoncia, del Comité Editorial y evaluador de las revistas *Odontológica Mexicana* y *Odontología Actual*, así como del SNII, nivel I.

José Isidro Uvalle Saucedo

Ingeniero forestal, maestro en Ciencias Forestales y doctor por la UANL. Realizó estancias en la Universidad de Castilla La Mancha. Profesor-investigador en la FCF-UANL. Coordinador del Departamento Agroforestal. Inscrito en el Registro Forestal Nacional, como prestador de servicios técnicos forestales. Sus líneas de investigación son ecología y manejo de pastizales, manejo de fauna silvestre y rehabilitación de ecosistemas. Cuenta con perfil Promep. Miembro del Cuerpo académico: Manejo y conservación de la biodiversidad, con estatus de Consolidado, y del SNII, nivel I.

José M. García Pérez

Departamento de Microbiología, FM y HU "Dr. José Eleuterio González"-UANL.

María Josefa Santos

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología y cultura y estudios sociales de la innovación. Ha trabajado con distintos colectivos que van de las grandes empresas mexicanas a las pequeñas producciones agrícolas, pasando por las bibliotecas y los pequeños negocios de migrantes mexicanos en Estados Unidos. Imparte las asignaturas de Ciencia y Tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

María Leonor García López

Licenciada en Cirujano Dentista por la UDG. Participó en la Estancia de Incorporación a la Investigación (EINCIN) 2022, aportando al estudio de la adhesión en ortodoncia. Primer lugar en el concurso de carteles de la Academia de Investigación.

Marco Antonio Alvarado Vázquez

Biólogo por la UANL. Doctor en Ciencias Biológicas, con especialidad en Botánica. Profesor investigador en el Departamento de Botánica de la FCB. Sus áreas de interés son la etnobiología, anatomía y ecología vegetal, con énfasis en ecosistemas urbanos y zonas áridas. Editor de la revista *Planta* y editor asociado de la revista *Biología y Sociedad*. Premio de Investigación UANL 2013. Cuenta con Perfil Prodep, miembro del Cuerpo académico Consolidado Botánica y del SNII, nivel I.

Melissa Marlene Rodríguez Delgado

Química farmacéutica bióloga por la UANL. Doctora en Ciencias de la Ingeniería por el ITESM, campus Monterrey. Labora en la FCQ-UANL desarrollando biosensores para su aplicación en las ciencias ambientales. Mentora en los programas "Mujeres en la Ciencia UANL" y "Bécalas BeLead". Pertenece al Cuerpo Académico Consolidado UANL-CA-372 "Procesos Microbiológicos". Miembro del SNII, nivel II.

Misael Corona Ramírez

Licenciado en Ingeniería en Farmacobiología por la Universidad de la Cañada. Maestro en Biotecnología por la UAEM. Profesor de tiempo completo en la UVP, plantel Tehuacán. Sus líneas de investigación se centran en la búsqueda de moléculas terapéuticas a partir de fuentes naturales, con orientación biotecnológica.

Noemí Espinoza García

Químico farmacéutica biólogo, maestra y doctora en Ciencias, en Biología Molecular en Medicina, por la UDG. Profesora-investigadora del CUCS-UDG, adscrita al Departamento de Disciplinas Filosófico, Metodológicas e Instrumentales y al Instituto de Biología Molecular en Medicina y Terapia Génica. Sus líneas de investigación incluyen lupus eritematoso sistémico, microRNAs, STAT3, IL-21 y biomarcadores moleculares.

Osiris Jixón García

Cirujano dentista por la UCACH. Cursa el cuarto semestre de la Especialidad en Ortodoncia en la UDG.

Rossie Inelle Meneses Argüelles

Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Química en el TNM, campus Veracruz. Realiza sus residencias profesionales en la Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, colaborando en proyectos sobre fotoprotección y sistemas nanoestructurados para aplicación tópica. Estudia la síntesis y caracterización de nanopartículas lipídicas sólidas con potencial terapéutico y funcional.

Pedro César Cantú Martínez

Doctor en ciencias biológicas. Doctor Honoris Causa, con la Mención Dorada Magisterial, por el OIICE, y en Bioética, por la UANL. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el Inso-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

Lineamientos de colaboración

CienciaUANL

La revista *CienciaUANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial.

En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas:

- ciencias exactas
- ciencias de la salud
- ciencias agropecuarias
- ciencias naturales
- humanidades
- ciencias sociales
- ingeniería y tecnología
- ciencias de la tierra

Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades.

Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje **claro, didáctico y accesible**, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

Criterios generales

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiéndose por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no haya sido publicada o enviada a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores (tres para los artículos de divulgación), en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación. Una vez entregado el trabajo, no se aceptarán cambios en el orden y la cantidad de los autores.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de máximo 100 palabras y código identificador ORCID de cada autor, ficha de datos y carta firmada por todos los autores (ambos formatos en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Material gráfico incluye figuras, dibujos, fotografías, imágenes digitales y tablas, de al menos 300 DPI en formato .jpg o .png y deberán incluir derechos de autor, permiso de uso o referencia. Las tablas deberán estar en formato editable.

- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos: título del trabajo, autor(es), código identificador ORCID, institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios) y dirección de correo electrónico para contacto de cada investigador.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias utilizadas en el texto; éstas deberán citarse en formato APA, incluyendo nombre y apellidos de la autoría.
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, además de cinco ideas y cinco palabras clave.
- Los autores deberán revelar el uso de contenidos generados por IA y herramientas asistidas por IA en su proceso de escritura.

Criterios específicos para artículos académicos

- El artículo deberá ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Deberá considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deberán contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deberán presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptarán modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.

Criterios específicos para artículos de divulgación

- Los contenidos científicos y técnicos tendrán que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. El formato no maneja notas a pie de página.
- En el caso de una reseña para nuestra sección *Al pie de la letra*, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.



Notas importantes

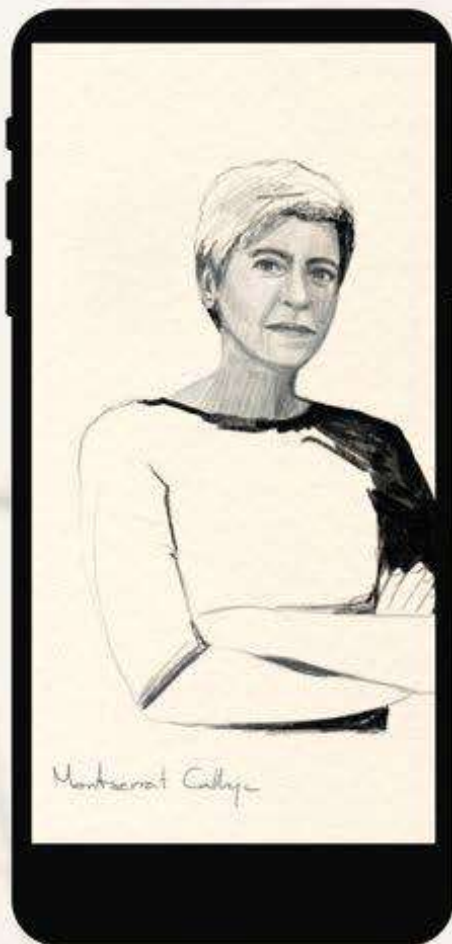
- Sólo se recibirán artículos por convocatoria, para mayor información al respecto consultar nuestras redes sociales o nuestra página web: <http://cienciauanl.uanl.mx/>
- Los autores deberán declarar que en el proceso de elaboración de la investigación o redacción del documento no hubo conflictos de intereses; en caso de haberse presentado, deberán indicar los acuerdos que efectuaron. Asimismo, de haber contado con financiamiento, deberán anotar la institución o el nombre del fondo de dónde provino.
- Todas las colaboraciones, sin excepción, deberán pasar por una revisión preliminar, en la cual se establecerá si éstas cumplen con los requisitos mínimos de publicación que solicita la revista, como temática, extensión, originalidad y estructuras. Los editores no se obligan a publicar los artículos sólo por recibirlos.
- Todos los números se publican por tema, en caso de que un artículo sea aceptado en el dictamen, pero no entre en la publicación del siguiente número, éste quedará en espera para el número más próximo con la misma temática.
- Una vez aprobados los trabajos, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.
- Todos los artículos de difusión recibidos **serán sujetos al proceso de revisión *peer review* o revisión por pares**, del tipo **doblo ciego**; los documentos se envían sin autoría a quienes evalúan, con el fin de buscar objetividad en el análisis; asimismo, las personas autoras desconocen el nombre de sus evaluadores.
- Bajo ningún motivo serán aceptados aquellos documentos donde pueda ser demostrada la existencia de transcripción textual, sin el debido crédito, de otra obra, acción denominada como plagio. Si el punto anterior es confirmado, el documento será rechazado inmediatamente.

Todos los artículos deberán subirse en la página:
<https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/index>

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:
Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>

o bien en la siguiente dirección:
revista.ciencia@uanl.mx

¡SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES!



Instagram: @revistaciencia_uanl



Facebook: RevistaCienciaUANL



Indexada en:



CATÁLOGO "IBEROAMÉRICA LATINOAMÉRICA"