



ISSN 3061-8460

Facultad de Estudios Superiores Aragón

No. 17 Año 9, Enero-Junio de 2025

<https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/paciencia/index>

RaCiencia Ra'Todos

Ciencia, Educación, Tecnología y Cultura a tu alcance

Número dedicado a
migraciones



Visita el sitio

<https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/paciencia/index>

DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda

Secretaria General

Mtro. Hugo Concha Cantú

Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz

Secretaria de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo

**Secretario de Prevención, Atención y Seguridad
Universitaria**

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Mtra. Araceli Romo Cabrera

Directora

Mtro. Manuel Silva Sánchez

Secretario General

Ing. Juan Carlos Ortiz León

**Encargado del despacho de la Secretaría
Administrativa**

Ing. Alexis Sampedro Pinto

Secretario Académico

Dra. María Magdalena Sarraute Requesens

**Coordinadora de la Cátedra UNESCO Universidad e
Integración Regional, Sede México-FES Aragón, UNAM**

Lic. Celia Ivonne Aguayo Morales

Responsable de Publicaciones

PaCiencia Pa'Todos, Año 9, No. 17, Enero-Junio de 2025, es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, Av. Universidad Nacional s/n, Col. Impulsora, Nezahualcóyotl, Estado de México, C.P. 57130, Tel. 55 5817 34 78 ext. 1021, URL: <https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/Paciencia> correo electrónico: pa.ciencia.pa.todos2020@gmail.com Editora responsable: Dra. María Andrea Trejo Márquez. Certificado de Reserva de Derechos de Autor 04-2023-070613182400-102, ISSN: 3061-8460 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Dra. María Andrea Trejo Márquez, fecha de última modificación: 10 de abril de 2024.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja necesariamente el punto de vista de los árbitros ni del Editor o de la UNAM.

Se autoriza la reproducción de los artículos (no así de las imágenes) con la condición de citar la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.



Atribución-No Comercial-Sin Derivadas

Permite a otros solo descargar la obra y compartirla con otros siempre y cuando se otorgue el crédito del autor correspondiente y de la publicación; no se permite cambiarlo de forma alguna ni usarlo comercialmente.



Cátedra UNESCO Universidad e Integración Regional

Dr. Axel Didriksson Takayanagui
Coordinador General

Coordinadores/as de Sede
Dra. María Magdalena Sarraute
Requesens, FES Aragón-UNAM

Dr. Damián Del Valle, Universidad
Nacional de las Artes, Argentina

Dra. Daniela Perrotta, Universidad
Nacional de las Artes, Argentina

Dr. Andrés Felipe Mora, Universidad
Nacional de Colombia

Dra. Célia Elizabete Caregnato
Universidade Federal de Rio Grande Do
Sul, Brasil

Dra. Carmen Caamaño Morúa
Universidad de Costa Rica

Dra. Carmen Márquez
Universidad Autónoma de Madrid

Dr. Freddy Álvarez González
Universidad de C. Izcalli, México

Editorial.....6

Ma. Andrea Trejo Márquez

Techne Techne.....10

Residuos plásticos: La migración de los microplásticos y nanoplásticos al ambiente

Mariana Herrera-Rodríguez, Carmen Ximena Martínez-Escutia, Estefany I. Medina-Reyes, Yolanda I. Chirino

Desde los canales a la atmósfera. Un breve recuento de la exploración científica de Marte

Claudio Alejandro Fuentes Carreón, Adriana Leticia Meléndez-López, Jorge Armando Cruz-Castañeda

Nanotecnología: Un poco de historia y sus aplicaciones en medicina

Emma Elisa Ortiz Islas

De la probeta al reactor.....34

La gran migración de genes que transformó la vida en la Tierra

Yolanda Camacho-Villasana, Ulrik Pedroza-Dávila, Xochitl Pérez-Martínez

Un viaje que trasciende: Mariposas Monarca en mundo en transformación

Estefania Arellano Ordoñez

Un viaje a nanoescala en el combate del cáncer

Giovanna Sandoval Larios

Microbiota: Juntos en la salud, la locura y la enfermedad... ¡Hasta que la disbiosis nos separe!

Santiago Cristóbal Sigrist Flores, Jessica Edith Rodríguez Rodríguez, Itzell Alejandrina Gallardo Ortiz

Aspergillus niger, ¿un microorganismo destructor o creador?

Maria Fernanda Vargas Torrico, Erich von Borries Medrano, Guadalupe Stefanny Aguilar Moreno, Rocío Alejandra Mata Villanueva

Visión artificial: una puerta para entender las emociones de los roedores

Rey David Andrade González, Isaac Obed Pérez Martínez

Educare.....74

Cuando tu aliado se convierte en enemigo: destino final de los medicamentos caducados

Liliana Caporal Hernández y Edwin Barrios Villa

Distinguiendo Ansiedad y Arritmias: Equilibrio Delicado en Diagnóstico

Alejandra Figueroa Ríos y Eduardo Del Río



PaCiencia Pa'Todos es una revista digital de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM que se publica de manera semestral. Es una revista que surge como un proyecto universitario destinado divulgar la ciencia, la tecnología, la cultura y el arte para jóvenes estudiantes de bachillerato y licenciatura que buscan un encuentro con el conocimiento.

El objetivo de la publicación es contribuir a divulgar temas de interés social que tengan relación con aspectos relevantes de la ciencia, la tecnología, la educación, el arte y la cultura; así como dar a conocer a distintos personajes que han destacado en la producción del conocimiento.

La visión es ser un referente dentro de los medios de comunicación, con miras a lograr que la sociedad tenga acceso a temas de científicos y tecnológicos de manera sencilla permitiendo al lector adentrarse en el mundo maravilloso de la ciencia, conociendo a hombres y mujeres que con su labor contribuyen a resolver problemas del mundo contemporáneo; pero no sólo eso, sino también ofrecer una mirada a la cultura y el arte proporcionando un conjunto de saberes para que los jóvenes y los no tan jóvenes disfruten con Paciencia reseñas de literatura, música, cine y todo lo que alimente la mente.

La conciencia en la ciencia.....88

¡Viscosos pero sabrosos!: Insectos comestibles, sustentabilidad y un futuro diferente

Luis A. Valencia López, Manuel Edday Farfán Beltrán

Humedales construidos: Un Aliado para la Conservación y el Desarrollo Sostenible

Marco Armando Pérez Zacarias, Mayerlin Sandoval-Herazo, Jacel Adame-García, Saúl Rivera

Humanitas.....100

Entre idiomas y fronteras: ¿Cómo se organiza la mente bilingüe de los migrantes?

Armando Quetzalcóatl Angulo Chavira, Alejandra Mitzi Castellón Flores, Natalia Arias Trejo

La migranofobia de Donald Trump

Francisco Javier Guerrero

Encuentros con la ciencia.....111

Entendiendo la migración: Diálogo con el Dr. Armando Velázquez Soto

Francisca Alicia Rodríguez Pérez

El puma culto.....122

Migrar con el corazón en la maleta

María Magdalena Sarraute Requesens

La gráfica popular, alegoría de la migración

Huberta Márquez Villeda

Sin cegar el juego, propuesta del Diseño

Daniela Velázquez Ruiz, Julio César Romero Becerril y Linda Emi Oguri Campos

Echemos el Chal.....140

Leishmania en movimiento: la aventura de un parásito viajero

Raquel Aguilar Rosales

El Rincón de Clío.....146

Tradiciones mexicanas: La charrería

Juan Arturo Olivares Díaz

¿Qué leo?.....152

Las letras impostoras o el vicio criminal del plagio

Raúl Casamadrid

Cinema Paradiso.....159

Espaldas Mojadas o el irrenunciable derecho a la dignidad

José Alfredo Noguez Guzmán



Consejo Editorial

Ma. Teresa Acosta Carmenate

Jorge Bello Domínguez

Paola Edith Briseño Lugo

Alma Elisa Delgado Coellar

Rafael Fernández Flores

Liliana García Rivera

Josué Yasar Guerrero Morales

Edison Omar Martínez

Julio César Morales Mejía

Selene Pascual Bustamante

Alma Luisa Revilla Vázquez

Jorge Luis Rico Pérez Francisca

Francisca Alicia Rodríguez Pérez

Ma. Magdalena Sarraute Requesens

María Andrea Trejo Márquez

María Gabriela Vargas Martínez

Editora Responsable

María Andrea Trejo Márquez

Diseño Editorial

Alma Elisa Delgado Coellar

Número dedicado a

migraciones



Editorial

Desde tiempos inmemoriales, los seres humanos han migrado en busca de mejores condiciones de vida, huyendo de conflictos o persiguiendo el conocimiento. De igual forma, numerosas especies recorren los cielos, mares y tierra siguiendo ciclos naturales que garanticen su supervivencia. Las migraciones, en todas sus formas, han modelado sociedades, ecosistemas y culturas a lo largo de la historia.

Hoy en día, millones de personas se ven forzadas a abandonar sus hogares por motivos económicos, conflictos bélicos o crisis climáticas. Para muchas de ellas, la migración, no es una elección, sino una necesidad de supervivencia. En América Latina, la inseguridad, la pobreza y la falta de oportunidades impulsan a miles a emprender travesías inciertas en busca de un futuro seguro y digno.

De manera similar, en el mundo natural, los movimientos migratorios son esenciales para el equilibrio ecológico. Ejemplos como las mariposas monarcas, las ballenas y las aves migratorias nos recuerdan la complejidad y la belleza de estos viajes cíclicos. Sin embargo, estas migraciones enfrentan desafíos crecientes, principalmente derivados del cambio climático y la pérdida de hábitat.

Ésta es una época en que las migraciones humanas y animales se ven marcadas por obstáculos cada vez mayores, por tanto, es imprescindible reflexionar sobre su impacto y significado. En este número de **PaCiencia Pa' Todos** abrimos un espacio para sensibilizarnos y dialogar acerca de las migraciones desde diversas perspectivas: sociales, políticas, culturales y científicas. A través de diversas voces y enfoques, hoy, invitamos a nuestros lectores a pensar en el papel de la movilidad en la construcción de sociedades más inclusivas y en la conservación del entorno natural que compartimos.

En **Techne Techné** presentamos artículos que abordan temas como: la migración de micro plásticos en el ambiente, la exploración científica de Marte y los avances de la nanotecnología en medicina. Mariana Herrera-Rodríguez y colaboradores nos explican



cómo los micro plásticos, fragmentos diminutos de plástico, se dispersan por el agua, los alimentos y el aire, afectando la salud humana y ambiental.

Por otro lado, Claudio Alejandro Fuentes Carreón y su equipo nos invitan a conocer la evolución de la exploración marciana y los proyectos futuros para enviar misiones tripuladas al planeta rojo. Asimismo, Emma Elisa Ortiz Islas, ofrece una fascinante revisión sobre los nanomateriales y su aplicación en usos médicos.

En **De la probeta al reactor**, Yolanda Camacho-Villasana y colaboradores, abordan la migración de genética, fenómeno a escala microscópica, que ha transformado la vida en la tierra. Este proceso, esencial en la evolución de los organismos eucariotes, nos muestra cómo las migraciones también ocurren a nivel molecular.

Cada otoño, las mariposas monarca cubren los cielos en un espectáculo de belleza y resistencia. Sin embargo, enfrentan desafíos invisibles que amenazan con romper el delicado equilibrio de su existencia. Este fascinante viaje es explorado en: *"Un viaje que trasciende": Mariposas Monarca en mundo en transformación* de Estefanía Arellano Ordoñez.

Otro viaje interesante es, *Un viaje a nanoescala en el combate del cáncer*, donde Giovanna Sandoval Larios aborda los avances recientes en el uso de nanopartículas para transportar medicamentos. Esta tecnología innovadora representa una alternativa prometedora para mejorar las terapias contra el cáncer.

Otros trabajos que se presentan en esta sección son: *Microbiota: Juntos en la salud, la locura y la enfermedad... ¡Hasta que la disbiosis nos separe!* de Santiago Cristóbal Sigríst Flores. Por su parte, María Fernanda Vargas Torrico en *Aspergillus niger, ¿un microorganismo destructor o creador?*, Analiza el doble papel de este hongo: por un lado, su capacidad para producir enzimas, proteínas y ácidos orgánicos de gran valor industrial; y por otro, su potencial para causar deterioro en los alimentos.



En *Visión artificial: una puerta para entender las emociones de los roedores*, Rey David Andrade González y su equipo, destacan la importancia de comprender el lenguaje emocional de los roedores en experimentos de laboratorio. Este conocimiento es clave para garantizar su bienestar y mejorar las prácticas experimentales.

Educare también ofrece temas de interés para la salud y bienestar: Liliana Caporal Hernández y Edwin Barrios Villa exploran el impacto ambiental y sanitario de los medicamentos caducados. Por otro lado, Alejandra Figueroa Ríos analiza las complejidades del diagnóstico médico en: *Distinguiendo Ansiedad y Arritmias: Equilibrio Delicado en Diagnóstico*.

En la **Conciencia en la Ciencia**, Luis A. Valencia López y Manuel Edday Farfán Beltrán, invitan a reflexionar sobre la sustentabilidad alimentaria en *¡Viscosos pero sabrosos!: Insectos comestibles, sustentabilidad y un futuro diferente*. Además, Marco Armando Pérez Zacarías y equipo presentan los beneficios ambientales de los Humedales artificiales en: *Humedales construidos: Un Aliado para la Conservación y el Desarrollo Sostenible*.

Con **Humanitas**, exploramos la compleja realidad de los migrantes desde la perspectiva humana. Armando Quetzalcóatl Angulo Chavira y su equipo reflexionan sobre el impacto del bilingüismo en la mente de los migrantes; mientras que el antropólogo Francisco Javier Guerrero analiza el fenómeno de la migranofobia en discursos contemporáneos.

En **Encuentros con la ciencia**, presentamos una entrevista con el Dr. Armando Velázquez Soto, quién comparte sus reflexiones acerca de las migraciones intelectuales y los aportes de los exiliados a las universidades mexicanas. En su texto nos invita a valorar el intercambio de conocimientos y la diversidad cultural como motores de desarrollo.

Las migraciones también tienen un profundo impacto cultural. En **Puma Culto**, Huberta Márquez examina la gráfica popular, como expresión de la experiencia migrante. A su vez Daniela Velázquez Ruíz aborda la importancia del Diseño gráfico, Industrial y Arquitectónico, en la construcción de nuevas realidades y relaciones sanas de convivencia como: los juegos de mesa para personas ciegas, promoviendo una cultura de empatía y accesibilidad.



En **Echemos el Chal** encontrarás *Leishmania en movimiento: la aventura de un parásito viajero* de Raquel Aguilar Rosales, quién explica cómo las enfermedades también migran. *Leishmania spp.* ejemplifica cómo los cambios en nuestro entorno pueden afectar incluso a los organismos más pequeños. La leishmaniosis derivó de una enfermedad limitada a ciertas regiones, y con el tiempo ha comenzado a expandirse a más poblaciones. Este fenómeno evidencia cómo las acciones humanas pueden tener repercusiones inesperadas.

Ahora el **Rincón de Clío** también habla sobre una de las tradiciones mexicanas: *La charrería de Juan Arturo Olivares Di*, un tema con grandes raíces en nuestro país.

En **¿Qué leo?** Raúl Casamadrid, más que hablar de un libro, da a conocer un poco más acerca de lo que significa leer, escribir, leer para escribir, escribir y hablar o comentar o citar lo leído, copiar y copiar sin brindar referencias; es decir: plagiar, robar y mentir.

Por su parte, Alfredo Noguez Guzmán, en **Cinema Paradiso**, muestra como la película de “*Espaldas Mojadas*” dirigida por Alejandro Galindo, es una película que aborda la migración mexicana hacia Estados Unidos en la antesala de la década de los 60’s del siglo pasado. A través de un elenco sólido, la película no solo desarrolla su trama central, sino que también construye un retrato detallado de los múltiples aspectos que conforman esta problemática social de la migración.

Esperamos que este número contribuya a ampliar nuestra comprensión sobre las migraciones tanto humanas como naturales, y a fomentar una reflexión crítica y empática sobre sus implicaciones. Que cada historia, cada viaje y cada regreso nos recuerde que, en el movimiento, también reside la esencia de la vida.

Ma. Andrea Trejo Márquez

Editora Responsable



Residuos plásticos:

La migración de los **microplásticos** y **nanoplásticos** al ambiente

Mariana Herrera-Rodríguez, Carmen Ximena Martínez-Escutia, Estefany I. Medina-Reyes, Yolanda I. Chirino



RESUMEN

El plástico, presente en productos cotidianos como ropa, envoltorios y artículos de belleza, se convierte en un problema ambiental cuando se desecha incorrectamente. Tras su disposición, el plástico puede llegar al mar, donde factores como la lluvia lo transportan a ríos y océanos. Con el tiempo, estos plásticos se fragmentan en partículas diminutas conocidas como micro plásticos y nano plásticos, que migran a través del agua y el aire, infiltrándose en alimentos y siendo inhalados por los seres humanos. Este fenómeno resalta la necesidad urgente de modificar los hábitos de consumo y gestión de residuos a nivel individual, comunitario, gubernamental y empresarial para mitigar la migración de estos contaminantes. El objetivo principal es concientizar sobre el impacto ambiental de los micro plásticos y nanoplásticos derivados del mal manejo de residuos.

Palabras clave: Migración, plásticos, microplásticos, nanoplásticos, contaminación

El plástico se encuentra en la ropa, en los envoltorios de golosinas, en todo tipo de recipientes e incluso en productos de belleza. Estos productos plásticos van a los supermercados o a las tienditas de la esquina, donde nosotros los compramos y, cuando estos productos ya no son útiles, los desecharmos a la basura. Después de desecharlos, el plástico tiene distintos destinos, entre ellos el mar, que es donde llegan los plásticos mal desechados que, por factores ambientales como la lluvia, se transportan a los ríos que desembocan en los océanos. Con el tiempo, estos plásticos llegan a las islas de plástico donde, por distintos factores, se fragmentan en partículas muy pequeñas, que se conocen como microplásticos y nanoplásticos, las cuales migran a través del agua a distintos alimentos y también están en el aire de muchos lugares del mundo. De esta manera, estamos inhalando e ingiriendo partículas pequeñas de plástico constantemente. Por este tipo de problemas, es necesario que el consumo del plástico se modifique a nivel individual y comunitario, pero sobre todo a nivel gubernamental y empresarial, para evitar en lo posible el uso, mal manejo y la migración del plástico.

Rodeados de plástico

La palabra “plástico” forma parte de nuestro vocabulario diario, ya que la mayoría de las cosas que vemos en un día tienen algo de plástico. Por ejemplo, los envoltorios de las golosinas, algunos recipientes de comida, piezas de automóviles o bicicletas, e incluso

algunos materiales de construcción tienen plástico. A lo mejor esto ya lo conocías, pero hablemos de cosas de plástico que usamos para arreglarnos antes de salir a una cita. Usualmente, lo primero que uno hace es escoger el *outfit* que usaremos, como un suéter de poliéster y unos pantalones ajustados de nylon, que están hechos en parte de plástico. Posteriormente, nos metemos a bañar, usamos shampoo y acondicionador que vienen en botellas de plástico y, además, para tener la piel más suave, usamos un exfoliante que, para hacer más profunda la limpieza, tiene microesferas de plástico. Para ya casi terminar, nos lavamos los dientes con un cepillo que probablemente su mango o sus cerdas son de plástico, y para tener los dientes más luminosos, usamos alguna pasta de dientes especial para blanquear los dientes que podría contener microesferas de plástico, y que está contenida en un tubo de plástico. Por último, nos maquillamos y, para brillar más, nos ponemos productos de belleza con brillos que son hechos con plástico.

Como podrás ver, el plástico está en nuestra rutina diaria y, desde el año 1930, los humanos lo utilizamos en todo por su practicidad y por ser una alternativa a otros materiales, como el vidrio, la madera o el metal, que son más costosos de producir. Además, por ser duradero y capaz de adquirir distintas formas, resulta ser de los materiales más utilizados y que encontramos en todas partes. A pesar de su gran utilidad y popularidad, el uso masivo y constante del plástico ha generado grandes problemas, que a la fecha aún no se pueden saber o calcular con precisión y no les damos importancia.

Cuando compramos algo hecho total o parcialmente de plástico, ¿nos detenemos a pensar en todo lo que tuvo que pasar para que tengamos ese producto en nuestras manos?, o nos preguntamos ¿en dónde termina cuando los desechamos? Bueno, vamos a darle un vistazo al ciclo de vida de los plásticos.

Migración del plástico: Sus desechos

La raíz de todo comienza con la extracción del petróleo crudo (Figura 1A), el cual es transportado por vía marítima para su refinamiento hasta convertirlo en monómeros de plástico; uno de los más utilizados es el estireno (Figura 1B). Luego, estos monómeros son unidos para formar polímeros. Para que te des una idea de cómo ocurre esto, imagina que tienes unas perlas para hacer un collar, donde cada perla equivale a un monómero, y el conjunto de perlas, es decir, el collar, representa el polímero, ya que muchas perlas fueron unidas. Así es como se producen los gránulos de plásticos (Figura 1C), los cuales se forman con la unión de muchas partículas de los monómeros, como el estireno que forman al poliestireno. En este paso suelen añadirse colorantes o aditivos que mejoran las características del producto final. Después, los gránulos son transportados hasta las fábricas, donde son fundidos y con moldes se obtiene la forma final del plástico (Figura 1D). Estos productos se venden y transportan a otras fábricas donde son rellenados con los productos que consumimos (Figura 1E) o, simplemente, se van a tiendas en donde son vendidos al mayoreo (Jiao *et al.*, 2024).

Nos detendremos un momento para analizar la contaminación en el ambiente causada por la producción de los plásticos. A lo mejor te preguntarás ¿eso cómo contamina el ambiente? Bueno, desde la extracción del petróleo crudo se genera una gran cantidad de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono (CO_2), metano y óxidos de nitrógeno), los cuales son constantes durante todo el proceso de fabricación. Además, se contamina una gran cantidad de agua, ya sea por su uso en las fábricas, como por las fugas o derrames accidentales de petróleo, lo que también daña la vida de los animales acuáticos. También, durante el transporte marítimo de los gránulos, que van en grandes contenedores, hay contaminación, pues se estima que muchos de esos contenedores caen al mar (Jiao *et al.*, 2024). Estos plásticos terminan en los océanos y de ahí migran a diferentes zonas, como las playas o al fondo de los océanos, donde los animales los ingieren por accidente.

El uso de los plásticos es la etapa más corta del ciclo (Figura 1F); después de su uso existen 3 posibilidades:

1. el reúso, el cual es tan bajo que no hay una cifra estimada ni en México ni a nivel mundial;
2. el reciclaje (Figura 1F1), que solo representa alrededor del 9% del plástico producido a nivel mundial (OECD, 2022); y
3. el desecho de los plásticos (Figura 1F2), que es el camino más abundante y el que más problema genera.

Una vez desechado, el 12 % del plástico se incinera, lo que contribuye al incremento de los gases de efecto invernadero, mientras que el 79 % del plástico termina en vertederos o en la naturaleza (OECD, 2022; Figura 1F2). Un porcentaje de la basura plástica, del cual no se sabe con exactitud, llega a los océanos luego de que los residuos plásticos, que fueron desechados de forma incorrecta, son arrastrados por lluvias a las alcantarillas y de ahí llegan a los ríos que desembocan en los océanos, donde se han reportado la presencia de “islas de plástico” (Figura 1G). Aunque su nombre te sonará curioso y atractivo, no son islas para vacacionar o pasar el rato, pero resulta ser el destino de muchos plásticos y te explicamos a continuación un poco sobre estas islas.

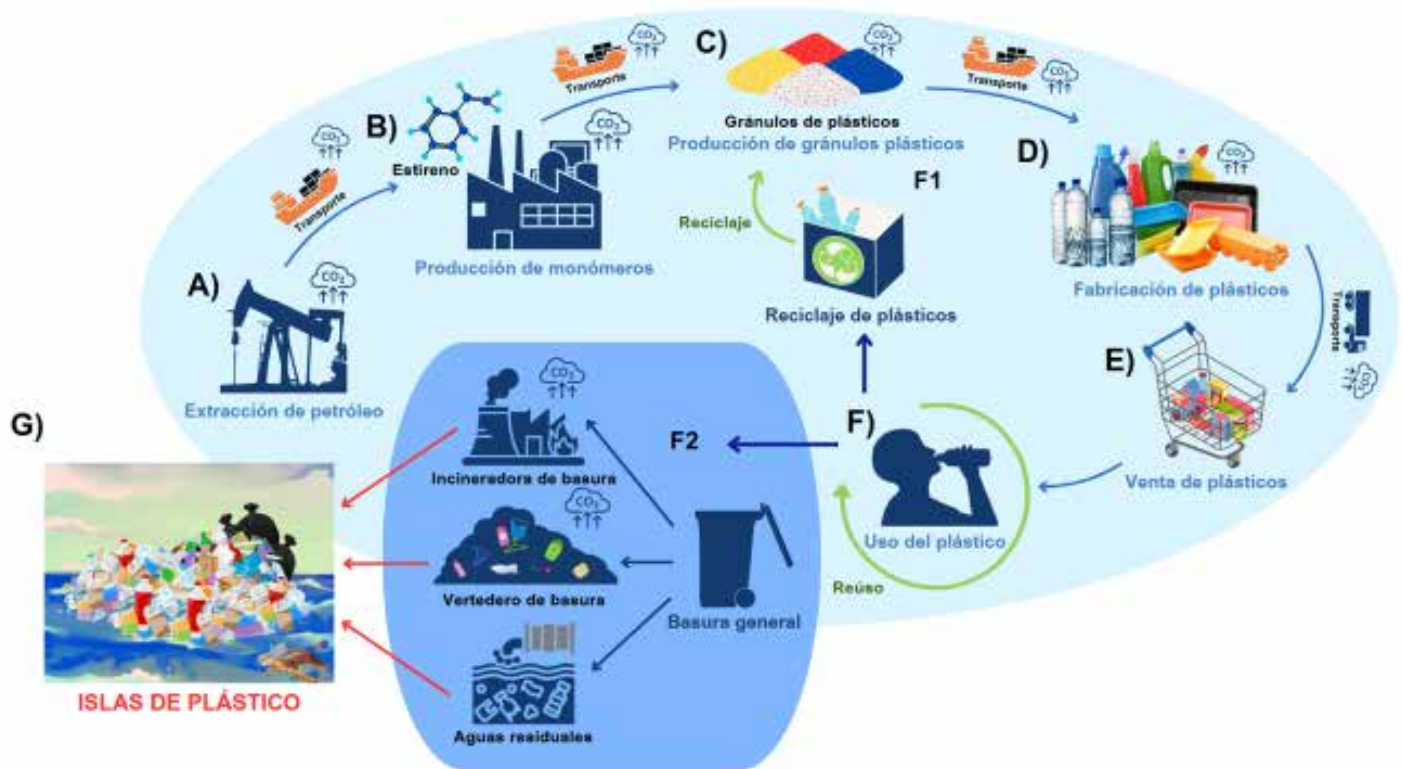


Figura 1. Ciclo de vida del plástico. La vida del plástico comienza con la extracción del petróleo (A), el cual es refinado a monómeros (B), por ejemplo, el estireno. A partir de los monómeros, se forman los gránulos de plástico (C), que después son fundidos y moldeados (D). De ahí son llevados a las tiendas y supermercados (E), donde son vendidos a los consumidores como nosotros, quienes a veces los reusamos (F). Un pequeño porcentaje del plástico es reciclado (F1), pero la mayoría de los plásticos son desechados en la basura general (F2), donde un porcentaje es incinerado, otro termina en los vertederos de basura o en aguas residuales, y con el tiempo una gran cantidad migra al océano (F2, G).

Destino de los desechos plásticos

Como mencionamos con anterioridad, parte de los residuos plásticos llegan a los océanos y forman parte de las islas de plástico. Impresionantemente, el 20% del plástico de dichas islas proviene de barcos que pierden su cargamento o de barcos pesqueros que pierden sus redes de pesca (National Geographic, 2024). Esto significa que el 80% del plástico del océano proviene de fuentes terrestres, aunque estos porcentajes varían dependiendo de la región del mundo.

Estas islas se forman en ciertos puntos de los océanos, conocidos como giros oceánicos (NOAA, 2024), donde las corrientes marinas contribuyen para que la basura migre a zonas donde el agua es relativamente estática, y es aquí donde la basura termina acumulándose.

En el mundo, se encuentran formadas un total de ocho islas de plástico; sin embargo, las más grandes son cinco: dos de ellas se encuentran en el océano Pacífico, dos en el océano Atlántico y una en el océano Índico. La más grande es conocida como la gran mancha del Pacífico, y es un gran cúmulo de basura flotando, que tiene una extensión aproximada de 1.8 millones de kilómetros cuadrados, casi del tamaño de nuestro país que mide aproximadamente 1.9 millones de kilómetros cuadrados, y en su mayoría está formada por plástico que flota en la superficie.

En las islas, el plástico se fragmenta en pedazos más pequeños, y estos a su vez en fracciones todavía más pequeñas, y así su-

cesivamente hasta llegar a partículas de tamaños micrométricos y nanométricos, por lo cual se les llama microplásticos y nanoplásticos. Esta fragmentación ocurre debido a factores como la radiación ultravioleta solar, el choque constante de las olas, las sustancias químicas y el desgaste provocado en los productos plásticos luego de que los animales marinos, como las tortugas, muerden los trozos de plásticos al confundirlos con su comida (Figura 2). Además, existen bacterias como las *Comamonas testosteroni*, que pueden fragmentar el plástico (Wilkes *et al.*, 2024).

Esta fragmentación del plástico tarda años, sin embargo, los plásticos que han tenido como destino las islas de plástico también llevan años ahí varados por no ser biodegradables, y una parte de ellos ha sido convertida en microplásticos y nanoplásticos, que son invisibles al ojo humano.



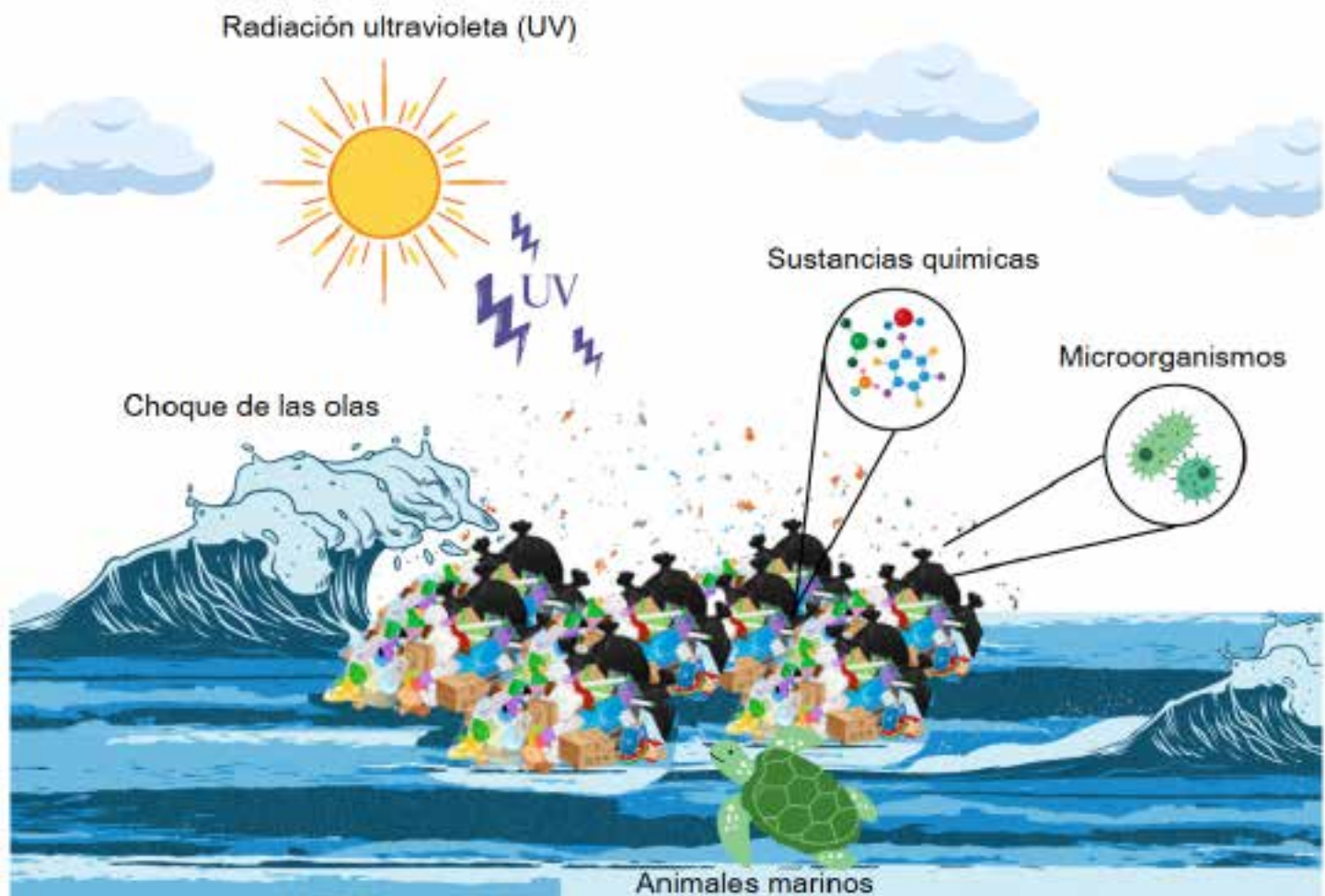


Figura 2. Factores que favorecen la fragmentación del plástico hasta micro y nano plásticos en el océano. Entre los factores se encuentra la radiación UV que proviene del Sol, el choque de las olas, por sustancias químicas, microorganismos y animales marinos.

Transporte del microplástico y nanoplástico a los humanos

Los pequeños fragmentos de plástico, en su mayoría, se encuentran flotando en el mar; ahí muchos animales los ingieren de manera involuntaria. Se ha encontrado el microplástico en aves marinas y en peces como el atún, que casi todos hemos consumido alguna vez. Como podrás imaginar, el consumo de estos animales es una de las formas en las que el microplástico migra desde los océanos hacia nosotros; sin embargo, no es la única forma.

El microplástico no sólo está dentro de los intestinos de los animales marinos que lo ingieren, sino que también se ha encontrado en la sal que usamos para cocinar y en otros alimentos como la miel o la leche, e incluso en el agua embotellada (Kwon *et al.*, 2020). Otra forma en la que estas partículas de plástico migran desde los océanos hacia nosotros, es

mediante las corrientes de aire. Es así como estamos constantemente expuestos a estas partículas micro y nanométricas, ya sea por la respiración o a través de los alimentos, no importa que no vengan del mar.

Cabe resaltar que aún se desconoce la cantidad precisa del nanoplástico en los alimentos y el aire, pero se espera que conforme pasen los años, aumente su presencia a causa de la misma degradación del microplástico a nanoplástico.

Aunque todavía se están investigando los efectos tóxicos que pueden tener estos microplásticos y nanoplásticos en el cuerpo humano y en los ecosistemas, los peligros que pudieran tener son, por ejemplo, que estas partículas extremadamente pequeñas podrían unirse a contaminantes atmosféricos dañinos, como el bisfenol A (BPA) (Liu *et al.*, 2019), que se han relacionado con problemas medioambientales y de salud. Además, al ser de un tamaño tan pequeño, es probable que estas partículas plásticas puedan generar muchos problemas, lo que es necesario investigar y así tener elementos para dar recomendaciones.

Recomendaciones y reflexiones

Como se podrá ver, el tener una botella de plástico o algún otro producto desechable, tiene todo un trayecto, un uso extremadamente corto e incluso de un solo uso, y un ciclo de vida largo y contaminante. Aunque ya no podemos quitar al plástico de nuestra vida, está en nosotros el darle un destino diferente a los productos que

desechamos para no contribuir aún más a la contaminación creciente del microplástico y nanoplástico.

Reducir la contaminación por plástico en el mundo es un desafío complejo que requiere esfuerzos a nivel gubernamental, empresarial, comunitario e individual.

Uno de los primeros pasos que podemos realizar como individuos es cambiar algunos de nuestros hábitos de consumo para evitar el uso de plásticos de un solo uso y usar alternativas reutilizables, como contenedores de vidrio o acero inoxidable y llevar nuestras bolsas de tela. ¡Ah! si vas a comprar comida en la calle, podrías llevar un par de recipientes en tu mochila para evitar el unicel, el cual es uno de los plásticos más utilizados y para el que se estima puede tardar entre 500 a 1000 años en descomponerse por completo (EPSOLE, 2024), lo cual es mucho tiempo, considerando en que nosotros lo usamos únicamente 30 minutos en lo que nos terminamos nuestra comida.

Esa es una pequeña acción por parte de los consumidores, pero también necesitamos promover mejores políticas de regulación, y pedir que se asegure su cumplimiento. Con mejores regulaciones las grandes empresas estarían obligadas a reciclar y reusar más el plástico que producen, o a tener un límite máximo anual de producción de plástico, lo que además promovería la llamada “economía circular”. Además, es necesario que se lleven a cabo campañas de saneamiento del plástico en las zonas naturales, por ejemplo, a través de iniciativas de recolección de plástico.

Por otro lado, necesitamos mejorar la gestión de los residuos plásticos, y para ello se quiere una mejor infraestructura de reciclaje, que incluye el fácil acceso a contenedores de residuos para todas las personas, hasta grandes depósitos donde los residuos sean tratados de la forma correcta. Otro eje que sería importante apoyar es la investigación para que en el largo o mediano plazo se hallen nuevos materiales que no se fragmenten a pequeñas partículas, o que sean hechos de fuentes renovables que no tengan el mismo impacto ambiental o efectos tóxicos en la salud de los consumidores y productores del plástico.

Cada acción cuenta, y es necesario un enfoque global y local para abordar este desafío de manera efectiva en el mediano plazo para el bien de nuestro planeta.

Biol. Mariana Herrera Rodríguez. Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, cuya línea de investigación es sobre contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud. Email: mhr_27@comunidad.unam.mx

Biol. Carmen Ximena Martínez Escutia. Es bióloga egresada de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, cuyo proyecto de titulación se centró en la acumulación del aditivo alimentario dióxido de titanio en hígado, bazo y riñón. Email: 316291614@iztacala.unam.mx

Dra. Estefany I. Medina-Reyes. Es bióloga y doctora en ciencias, con experiencia en toxicología. Su trabajo se ha enfocado en evaluar los efectos adversos que tienen algunos nanomateriales y aditivos alimentarios. Email: medinaingrid0@gmail.com

Dra. Yolanda I. Chirino. Es una científica dedicada a identificar agentes que están presentes en áreas de trabajo, en el ambiente o en alimentos que pueden causar daños a la salud humana y agradece el apoyo otorgado al proyecto IN209522 por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (DGA-PA-UNAM). Email: chirino@unam.mx

REFERENCIAS

- EPSOLE (diciembre 2024) ¿Cuánto tiempo tarda en descomponerse la espuma de poliestireno?. EPSOLE. <https://epssole.com/es/%C2%BFCu%C3%A1n-to-tiempo-tarda-en-descomponerse-la-espuma-de-poliestireno%3F/>
- Jiao H, Ali S, Alsharbaty M, Elsamahy T, Abdelkarim E, Schagerl M, Al-Tohamy R & Sun J. (2024). A critical review on plastic waste life cycle assessment and management: Challenges, research gaps, and future perspectives. *Ecotoxicol Environ Saf.* 271:115942. DOI 10.1016/j.ecoenv.2024.115942
- Kwon J, Kim J, Pham T, Tarafdar A, Hong S, Chun S, Lee S, Kang D Y, Kim J, Kim S & Jung J. (2020). Microplastics in Food: A Review on Analytical Methods and Challenges. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 6710. DOI 10.3390/ijerph17186710
- Liu X, Shi H, Xie B, Dionysiou D & Zhao Y. (2019). Microplastics as Both a Sink and a Source of Bisphenol A in the Marine Environment. *Environ Sci Technol.*, 33(17):10188-10196. DOI 10.1021/acs.est.9b02834
- National Geographic. (octubre, 2024) La Gran mancha de basura del Pacífico. National Geographic. <https://education.nationalgeographic.org/resource/la-gran-mancha-de-basura-del-pacifico/>
- NOAA. (julio, 2024). Garbage Patches. Marine Debris Program. <https://marinedebris.noaa.gov/discover-marine-debris/garbage-patches>
- OECD. (febrero, 2022). Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://shorturl.at/qkP5p>
- Wilkes R, Zhou N, Carroll A, Aryal O, Teitel K, Wilson R, Zhang L, Kapoor A, Castaneda E, Guss A, Waldbauer J & Aristilde L. (2024). Mechanisms of Polyethylene Terephthalate Pellet Fragmentation into Nanoplastics and Assimilable Carbons by Wastewater Comamonas. *Environ Sci Technol.*, 58(43), 19338-19352. DOI 10.1021/acs.est.4c06645.

Desde los canales a la atmósfera. Un breve recuento de la exploración científica de Marte

Claudio Alejandro Fuentes Carreón,
Adriana Leticia Meléndez-López,
Jorge Armando Cruz-Castañeda

RESUMEN

Marte, el planeta más cercano en nuestro vecindario cósmico, ha fascinado a la humanidad desde tiempos antiguos. Civilizaciones como la babilónica asociaron a Marte con deidades de la guerra. En el siglo XVII, Galileo Galilei realizó las primeras observaciones telescópicas del planeta. En 1887, Giovanni Schiaparelli creó el primer mapa detallado de la superficie marciana, identificando líneas rectas que denominó "canali". Esta observación llevó a la creencia popular de que Marte albergaba una civilización avanzada capaz de construir canales. Sin embargo, investigaciones posteriores revelaron que estas líneas eran una ilusión óptica, pero el interés científico por Marte no disminuyó, impulsando diversas misiones espaciales para explorar su atmósfera y superficie. El objetivo de este trabajo es explorar la evolución del interés y estudio científico de Marte a lo largo de la historia.

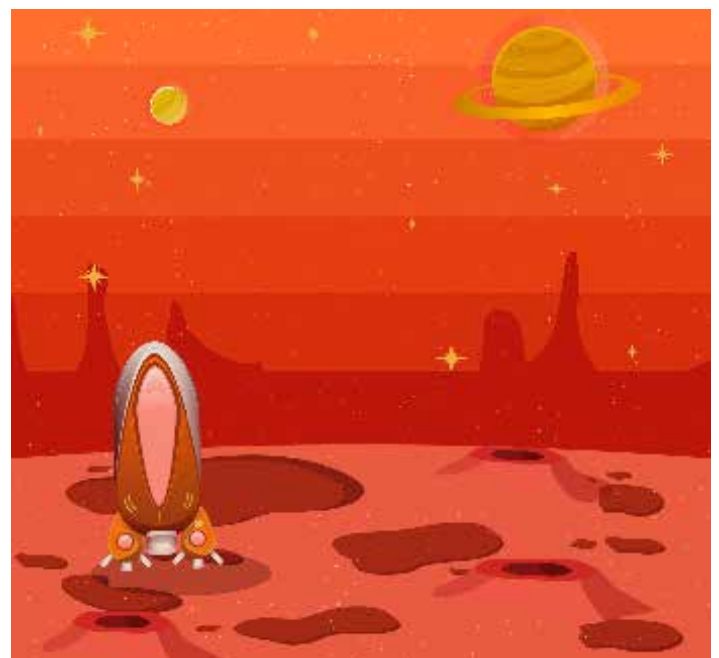
Palabras clave: Marte, atmósfera, exploraciones espaciales, historia, astronomía

Telescopios y el poder de la observación

Marte, el planeta más cercano dentro de nuestro vecindario cósmico, siempre ha despertado la fascinación de la humanidad. Para los antiguos babilonios, este planeta era la representación de los dioses de la guerra, Nergal y Ares, respectivamente. Sin embargo, este cuerpo celeste no solo ha sido asociado a aspectos divinos, sino también a aspectos científicos. Su movimiento en la bóveda celeste fue observado por primera vez por astrónomos del Egipto del Nuevo Imperio y científicos del Imperio Neo Babilónico. En el siglo XVII, se realizaron las primeras observaciones con telescopios, obra del reconocido científico florentino Galileo Galilei. Es innegable asegurar que el planeta rojo ha despertado la curiosidad científica desde hace más de 2000 años (North, 2008).

El astrónomo italiano Giovanni Schiaparelli fue quién, por primera vez en 1887, realizó un análisis a detalle de nuestro vecino planetario. Con la ayuda de un telescopio de solo 22 cm de diámetro, Schiaparelli dibujó el primer mapa de la superficie marciana (Figura 1). Estos mapas contenían una red de líneas rectas ubicadas en el ecuador de Marte (Sagan, 1980). Inicialmente, él nombró estas líneas como *canali*, (canales, en español), las cuales, con el tiempo, se llegaron a asociar con estructuras de origen artificial, idea ampliamente difundida por un astrónomo norteamericano, Percival

Lowell. Este hecho ocasionó una tormenta mediática alrededor de Marte, ya que, la gente pensaba, que, si había canales rectos en la superficie marciana, estos deberían haber sido construidos por alguien (o algo) (Crossley, 2000). La creencia popular sobre la vida en Marte fue tan grande que incluso llegó a influenciar a grandes autores literarios del siglo XX, tales como Ray Bradbury y H.G. Wells. Sus obras más populares, "Crónicas Marcianas" y "La Guerra de los Mundos", respectivamente, fueron escritas con la idea de que, en el planeta rojo, existía una civilización avanzada capaz de construir canales. A pesar de lo interesante que resulta pensar en la existencia de marcianos, las primeras observaciones *in situ* de la superficie marciana, realizadas por sondas espaciales, descubrieron que estas líneas rectas no eran más que una ilusión óptica. Nunca existieron los canales marcianos. Sin embargo, la caja de pandora había sido abierta y el interés por estudiar a Marte estaba más que presente.



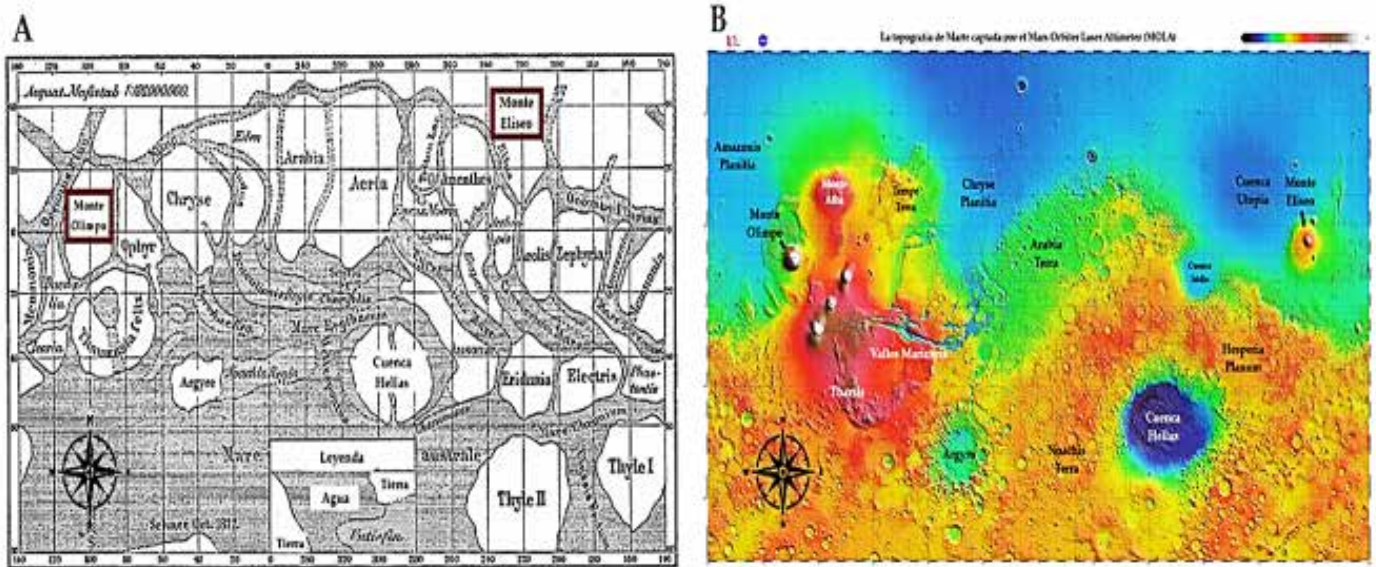


Figura 1. Geografía de Marte, trazada por Giovanni Schiaparelli (A) vs la geografía de Marte, captada por el instrumento Mars Orbital Laser Altimeter (MOLA) de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) de los Estados Unidos de América (B). En la figura A, se observan los canales trazados por Schiaparelli, distribuidos en el ecuador marciano, fragmentando la superficie del planeta en múltiples masas de tierra (zonas blancas). Las zonas grises representan las zonas donde podría haber fluído el agua que trazó los canales. En la figura B, se observa un mapa topográfico de la superficie marciana. Los canales observados inicialmente por Schiaparelli no forman parte de la geografía marciana. En ambas figuras, se colocan en latín y español los nombres de las regiones superficiales. Schiaparelli, al describir los canales marcianos, le dio múltiples nombres a las supuestas “islas” formadas por los canales. Algunos nombres aún se conservan en la actualidad. Fuente de las imágenes: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA02993>.

De telescopios a robots

En el cenit de la Guerra Fría, el programa espacial ruso/soviético intentaba lo imposible, mandar una sonda robótica a Marte. Sin embargo, casi todos sus intentos terminaron en un explosivo fracaso. Solo la sonda *Mars 1* logró salir de la órbita terrestre, pero nunca llegó al planeta rojo. Se cree que pasó de largo a su destino (Marte) por más de 200,000 km.

En ese periodo, el programa espacial norteamericano fue el único en tener éxito. En julio de 1965, la sonda *Mariner 4* logró sobrevolar Marte a una distancia de apro-

ximadamente 9,900 km, mandando múltiples fotos de su superficie. Sorpresivamente, también detectó la presencia de una muy tenue y poco densa atmósfera marciana. La presencia de esta atmósfera fue confirmada por las misiones sucesoras *Mariner 6*, *Mariner 7* y *Mariner 9*, las cuales, adicionalmente, realizaron mediciones adicionales de temperatura y tomaron más fotos de la topografía marciana (“History of Mars Exploration,” 2005).

Las misiones *Mariner* sentaron las bases para el siguiente gran paso: mandar una sonda a la superficie marciana. Para esto la NASA

creó el programa *Viking*, en el cual logró mandar dos sondas (*Viking 1 y 2*) en la superficie de Marte. Ambas sondas contaban con una serie de instrumentos especializados diseñados con un objetivo específico. Buscar evidencia de actividad biológica en Marte. A pesar de que lograron activar dichos instrumentos y llevar a cabo una serie de experimentos biológicos y químicos, los resultados fueron negativos. El planeta no contenía vida. En cambio, contenía una superficie rica en minerales oxidados de hierro y especies químicas altamente oxidantes. Pero, a pesar de esto, la evidencia era innegable, no había ningún rastro de actividad biológica (Klein, 1998).

El éxito del programa *Viking*, naturalmente, dio origen a la siguiente etapa en la exploración marciana (Figura 2). ¿Por qué conformarse con solo aterrizar, cuando también podrías explorar? La sonda *Mars Pathfinder*, lanzada el 6 de diciembre de 1996, fue un vehículo enviado en tándem junto con un orbitador (*Mars Global Surveyor*) y un rover, vehículo a control remoto diseñado para explorar la superficie marciana, de nombre *Sojourner*. Este equipo robótico actuó como un parteaguas en la exploración marciana. El *Mars Global Surveyor*, capaz de realizar mediciones orbitales de la atmósfera, composición superficial, y topografía, junto con las exploraciones in situ de rocas marcianas por parte del *Sojourner*, sacaron a la luz información hasta ese entonces desconocida del planeta rojo. Aparte de obtener el primer mapa topográfico de la superficie marciana, se encontraron rocas cuya forma y posición sugerían que, en algún momento de su historia, Marte pudo haber tenido agua líquida en su superficie (Golombek, 1997).



Figura 2: Ilustración que representa a algunos de los exploradores robóticos que se encuentran en la superficie de Marte. La incesante labor que llevan a cabo nos permite obtener datos importantes para el estudio de las características geológicas y fisicoquímicas de Marte (OpenartAI, 2024).

Sojourner, junto con el *Pathfinder* y el *Mars Global Surveyor*, fueron pioneros en la exploración robótica marciana, en lo que respecta a vehículos motorizados. En los últimos 25 años, se han enviado múltiples misiones, por parte de agencias espaciales norteamericanas, europeas, japonesas, indias y chinas. De mayor relevancia científica son los rovers *Spirit* y *Opportunity*, los cuales descubrieron la presencia de minerales que solo pueden formarse en medios donde exista agua líquida (McLennan *et al.*, 2005), la misión *Curiosity*, que determinó que Marte, en algún momento de su historia pudo tener condiciones planetarias que permitieron la acumulación de compuestos orgánicos (in-

cluso detectando trazas de materia orgánica en rocas sedimentarias marcianas) (Eigenbrode *et al.*, 2018) y la sonda *InSight*, que detectó el primer terremoto marciano y ayudó a descifrar la estructura interna del planeta rojo (Banerdt *et al.*, 2020).

De los robots a las Ciencias de la computación

Hasta el momento, solo hemos platicado al lector una muy pequeña parte de los descubrimientos científicos que la humanidad ha realizado, con ayuda de nuestros amigos robóticos, en Marte. Sin embargo, es importante mencionar que no solo basta con obtener los datos, sino también analizarlos. Los datos obtenidos por los exploradores robóticos permiten a la comunidad científica crear hipótesis y escenarios donde se intenta explicar cómo fue el pasado, cómo es el presente, y cómo podría ser el futuro de Marte. Un ejemplo de estos es ¿cómo es que podemos asegurar que Marte en algún momento pudo tener agua líquida en su superficie? A pesar de que las condiciones atmosféricas y de temperatura actuales de Marte no permiten la existencia de agua más allá del estado sólido (en forma de hielo).

Para esto, hacemos uso de los modelos computacionales, los cuales nos permiten determinar la evolución geológica del planeta en función de la evidencia geológica recolectada, que incluye la presencia de rocas, estructuras sedimentarias, y minerales que solo pueden formarse en ambientes acuosos entre datos de presión y temperatura obtenidos con los múltiples rovers, aterrizadores y orbitadores en Marte (Figura 3). Otro ejem-

plo es como utilizando los datos de composición planetaria y modelos computacionales especializados, podemos estimar que la atmósfera primigenia de Marte debió de ser compuesta principalmente por dióxido de carbono (CO_2) con trazas de hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono (CO), con una presión promedio de 2 atm. Específicamente, se cree que el planeta rojo tuvo esta atmósfera primitiva hace 3.6 Ga (3,600 millones de años), época en la cual Marte pudo haber sido similar a la Tierra actual, y posteriormente la gradual pérdida de esta atmósfera, por mecanismos que hasta el momento desconocemos, ocasionó que Marte evolucionará y se convirtiera en el planeta que es hoy en día (Wordsworth, 2016).

¿Y qué sigue?

La exploración marciana tiene un amplio camino por delante. Lejos quedaron los días en los cuales solo podíamos observar, a través de telescopios y de forma limitada a nuestro vecindario cósmico. Derivado de los avances científicos y tecnológicos además de la gran perseverancia por estudiar a nuestro fascinante vecino, se ha propuesto enviar misiones tripuladas por seres humanos, el cual sería el siguiente gran paso dentro de la exploración espacial. Sea cual sea el futuro que nos depare, actualmente, 9 vehículos robóticos se encuentran en la superficie Marte, por lo que la exploración física y científica de este planeta sigue en pie, a la espera de futuros resultados que nos ayuden a descifrar los secretos que este planeta ha escondido por millones de años.

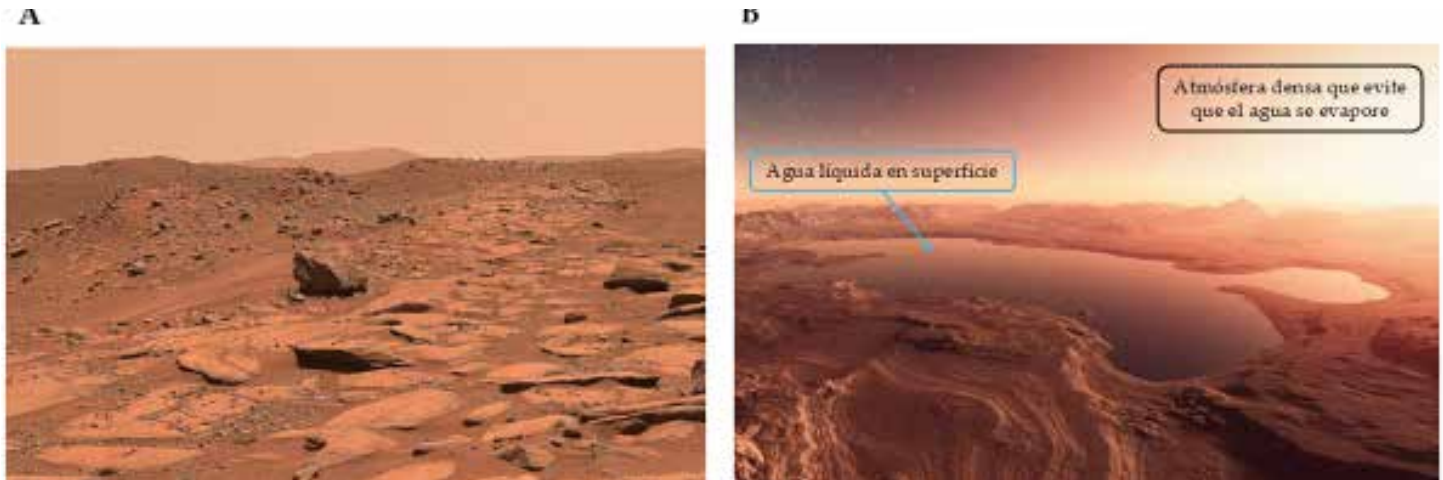


Figura 3: Superficie de Marte actual (A) vs una representación artística de cómo podría haberse visto la superficie de Marte con agua líquida (B). Un requisito importante para que exista agua en su superficie es que la atmósfera sea lo suficientemente densa para que las temperaturas superficiales estén arriba de los 0 °C. Los modelos computacionales previamente descritos proponen que esto pudo haber sido posible. Fuente de las imágenes: <https://>

Referencias

- Banerdt, W. B., Smrekar, S. E., Banfield, D., Giardini, D., Golombek, M., Johnson, C. L., Lognonné, P., Spiga, A., Spohn, T., Perrin, C., Stähler, S. C., Antonangeli, D., Asmar, S., Beghein, C., Bowles, N., Bozdog, E., Chi, P., Christensen, U., Clinton, J., Wieczorek, M. (2020). Initial results from the InSight mission on Mars. *Nature Geoscience*, 13(3), 183–189. <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0544-y>
- Crossley, R. (2000). Percival Lowell and the History of Mars. *The Massachusetts Review*, 41(3), 297–318. JSTOR.
- Eigenbrode, J. L., Summons, R. E., Steele, A., Freissinet, C., Millan, M., Navarro-González, R., Sutter, B., McAdam, A. C., Franz, H. B., Glavin, D. P., Archer, P. D., Mahaffy, P. R., Conrad, P. G., Hurowitz, J. A., Grotzinger, J. P., Gupta, S., Ming, D. W., Sumner, D. Y., Szopa, C., Coll, P. (2018). Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars. *Science*, 360(6393), 1096–1101. <https://doi.org/10.1126/science.aas9185>
- Golombek, M. P. (1997). The Mars Pathfinder Mission. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 102(E2), 3953–3965. <https://doi.org/10.1029/96JE02805>
- History of Mars exploration. (2005). In *Marswalk One* (pp. 19–42). Springer London. https://doi.org/10.1007/1-84628-596-8_2
- Klein, H. P. (1998). The search for life on Mars: What we learned from Viking. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 103(E12), 28463–28466. <https://doi.org/10.1029/98JE01722>
- McLennan, S. M., Bell, J. F., Calvin, W. M., Christensen, P. R., Clark, B. C., De Souza, P. A., Farmer, J., Farrand, W. H., Fike, D. A., Gellert, R., Ghosh, A., Glotch, T. D., Grotzinger, J. P., Hahn, B., Herkenhoff, K. E., Hurowitz, J. A., Johnson, J. R., Johnson, S. S., Jolliff, B., Yen, A. (2005). Provenance and diagenesis of the evaporite-bearing Burns formation, Meridiani Planum, Mars. *Earth and Planetary Science Letters*, 240(1), 95–121. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2005.09.041>
- North, J. D. (2008). *Cosmos: An illustrated history of astronomy and cosmology*. University of Chicago press.
- Sagan, C. (1980). *Cosmos* (1st ed). Random House.
- Wordsworth, R. D. (2016). The Climate of Early Mars. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 44(1), 381–408. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-060115-012355>

Mto. en C.T. Claudio Alejandro Fuentes Carreón. Estudiante de doctorado y profesor de asignatura de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra. Es egresado de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra, impartida en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente, su línea de investigación consiste en el análisis químico de compuestos orgánicos, enfocado a evolución química y astrobiología. Trabaja en el laboratorio de Evolución Química, y los Laboratorios de Química de Plasmas y Estudios Planetarios I y II, ambos del Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Email: alejandro.fuent@correo.nucleares.unam.mx

Dra. Adriana Leticia Meléndez López. Profesora de Carrera Asociada C TC en la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra y miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores Nivel 1. Sus líneas de investigación son (1) El estudio del efecto de la radiación ionizante y otras fuentes de energía en diferentes medios; (2) El análisis químico cuantitativo enfocado en componentes traza en matrices complejas; (3) La determinación, monitoreo y tratamiento de contaminantes emergentes relevantes para las Ciencias de la Tierra; y (4) La simulación de ambientes terrestres y extraterrestres con relevancia en química prebiótica. Email: adriana.melendez@encit.unam.mx

Dr. Jorge Armando Cruz Castañeda. Investigador Asociado C TC, sus líneas de investigación están inmersas en evolución química, astrobiología y las ciencias planetarias, particularmente, en química analítica, hidrotermalismo, búsqueda de vida en Marte, simulación de atmósferas de planetarias, y simulación de ambientes extraterrestres con interés astrobiológico. Es responsable de la Unidad de Laboratorios “Dr. Rafael Navarro González”, que incluye a los Laboratorios de Química de Plasmas y Estudios Planetarios I y II del Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel 1. Email: jorge.cruz@nucleares.unam.mx



Un poco de historia y sus aplicaciones en medicina

Emma Elisa Ortiz Islas

RESUMEN

La nanotecnología permite manipular la materia a escala nanométrica (1-100 nm), resultando en materiales con propiedades mejoradas o incluso nuevas. Gracias a los avances en microscopía electrónica, ha sido posible observar y manipular estos nanomateriales. Aunque la electrónica ha sido el campo más favorecido, la medicina también se beneficia de la nanotecnología. Nanomateriales naturales y sintéticos adquieren diversas formas geométricas y se aplican en diagnósticos, tratamientos y terapias dirigidas, mejorando la precisión y eficacia en la atención médica. Por lo que el objetivo del presente artículo es informar sobre la evolución y aplicaciones de la nanotecnología, especialmente en el ámbito médico.

Palabras clave: Nanotecnología, medicina, nanomateriales, nanomedicina, aplicaciones

1. Introducción

La nanotecnología que permite manipular la materia en la escala nanométrica (1-100 nm) da como resultados materiales que presentan mejores o incluso nuevas propiedades antes vistas en sus contrapartes de mayor tamaño. Gracias a la invención de microscopios electrónicos de alta resolución ha sido posible el observar y manipular los nanomateriales. Actualmente, existen ya una variedad de nanomateriales fabricados a partir de fuentes naturales, así como sintéticos, quienes pueden adquirir diferentes formas geométricas.

El área electrónica es la más favorecida del empleo de la nanotecnología, sin embargo, el campo médico es otra área que se puede beneficiar de ella. En el presente artículo se reportan los diferentes nanomateriales existentes, sus aplicaciones y en forma muy general una breve descripción de su aplicación en la medicina.

2. Historia de la Nanotecnología

El nacimiento de la nanotecnología está relacionado al siglo XX, sin embargo, existen reportes sobre el uso de esta tecnología durante tiempos antiguos. El reporte más citado se refiere a la copa conocida como "*The Lycurgus Cup o diatrete*" que se encuentra en el Museo Británico, quien fue comprada a Lord Rothschild en 1958, con la ayuda de una contribución del Fondo de la Colección Nacional de Arte. Esta vasija data del siglo

IV A.C. y perteneció al Imperio Romano, y se encuentra entre los objetos de vidrio más sofisticados producidos antes de la era moderna. El vidrio de esta copa presenta un efecto óptico inusual (dicromismo), ya que a la luz directa se asemeja al jade con un tono verde-amarillo opaco, pero cuando la luz brilla a través del vidrio se vuelve de un color rubí translúcido (Freestone, 2007). Para explicar ese cambio de color, en 1990, varios científicos la analizaron usando las técnicas de microscopia electrónica de transmisión y difracción de rayos-X. Los resultados microscópicos revelaron que esto se debía a la presencia de nanopartículas con tamaños entre 50-100 nm. Mientras los rayos X determinaron que la composición de estas nanopartículas correspondía a una aleación principalmente de plata y oro, pero también contenía cobre. Las nanopartículas de oro producen un color rojo debido a la absorción de luz a 520 nm. Entonces, el color rojo-rubí se debe a la absorción por las partículas grandes de oro, mientras el color verde es atribuido a la dispersión de la luz por dispersiones coloidales de nanopartículas de plata con tamaños > 40 nm. Un efecto similar se observa también en las ventanas de las iglesias medievales, que brillan con un color luminoso rojo y amarillo debido a la fusión de oro (Au) y plata (Ag) en el vidrio. Durante los siglos IX-XVII, los esmaltes cerámicos "*brillantes*" utilizados en el mundo islámico, y más tarde en Europa, también contenían plata (Ag) y/o cobre (Cu) u otras nanopartículas. Los italianos también emplearon nanopartículas en la cerámica renacentista del siglo XVI.

3. El nacimiento de la Nanotecnología en la era moderna

La literatura reporta que el nacimiento de la nanotecnología aconteció a mediados del siglo pasado. Está asociado al evento que se suscitó en una reunión de la Sociedad Americana de Física en el Instituto Tecnológico de California (Caltech) en Pasadena California, EU en 1959, en donde el Físico Richard Feynman dio una conferencia titulada *"Hay mucho sitio al fondo"*. En dicha conferencia Feynman planteó la posibilidad de manipular la materia átomo por átomo para construir objetos, aunque con sinceridad no sabía exactamente como, él aseguraba que de acuerdo con las leyes de la física esto era posible (Risk, 2015). Por este hecho Richard Feynman es considerado como "El padre de la nanotecnología moderna" y en 1965 fue galardonado con el Premio Nobel de Física, junto con Shin-Ichio Tomonaga y Julián Schwinger (Alonso Gutiérrez, 2015).

A pesar de la trascendente conferencia de Feynman, sus ideas permanecieron durante un tiempo largo como hipótesis, y fue hasta 1974 cuando el término nanotecnología se usó por primera vez por Norio Taniguchi (profesor de la Universidad de Tokio), quien la describió como: *"La nanotecnología consiste principalmente en el procesamiento, separación, consolidación y deformación de materiales a partir de un átomo o una molécula"* (Leon, 2020). A la fecha se han suscitado diferentes acontecimientos relacionados a la nanotecnología. Entre ellos figura también la publicación de los libros escritos por el Dr.

Erick Drexler en 1986, su famoso titulado como *"Motores de la creación: la próxima era de la nanotecnología"*, en el que estableció oficialmente la palabra nanotecnología para la comunidad científica y propuso por primera vez la idea de utilizar materiales o dispositivos en un tamaño nanométrico (León, 2020).

Por otro lado, al inicio se presentaron problemas en cuanto a la disponibilidad de medios para visualizar y manipular la materia a nivel molecular, pero con la creación de los microscopios de efecto túnel y de fuerza atómica fue posible observar a los nanomateriales. En 1982, el suizo Gerd Binnig y el alemán Henrich Rohrer inventaron el microscopio de barrido de efecto túnel, el cual permite ver objetos de tamaños nanométricos, por el cual se hicieron merecedores al premio nobel de física de 1996 (Fukushima, 2000). Esto hizo posible en primer lugar la observación y más adelante la manipulación de los materiales a escala atómica y molecular.

4. La escala nanométrica

Aún no hay una definición universal, sin embargo, la Iniciativa Nacional de Nanotecnología de los Estados Unidos (INN) define a la nanotecnología como *"la manipulación de la materia a la escala nanométrica"*. En términos sencillos, el término nano es un prefijo derivado del griego que significa *"enano"* e indica una unidad de medida, sus dimensiones son la de una millonésima parte de un metro (1×10^{-9} m) (Bayda, 2020). Las dimensiones con que trabaja la nanotecnología son

tan diminutas que no se pueden visualizar con el ojo humano, por ejemplo, un niño y su mascota es visible al ojo humano y se puede medir con un metro, para visualizar una célula se necesita un microscopio óptico y esta mide micrómetros (1×10^{-6} m); entonces, para visualizar un material nanométrico se necesita de la ayuda de microscopios más potentes como lo son el microscopio electrónico de transmisión y/o barrido. En la figura 1 se muestran ejemplos de diferentes tamaños y el objeto con que se pueden visualizar.

De acuerdo con la INN, la nanotecnología es *“la comprensión y el control de la materia en dimensiones aproximadamente entre 1 y 100 nm que permiten propiedades únicas dependientes del tamaño”* (Bayda, 2020).

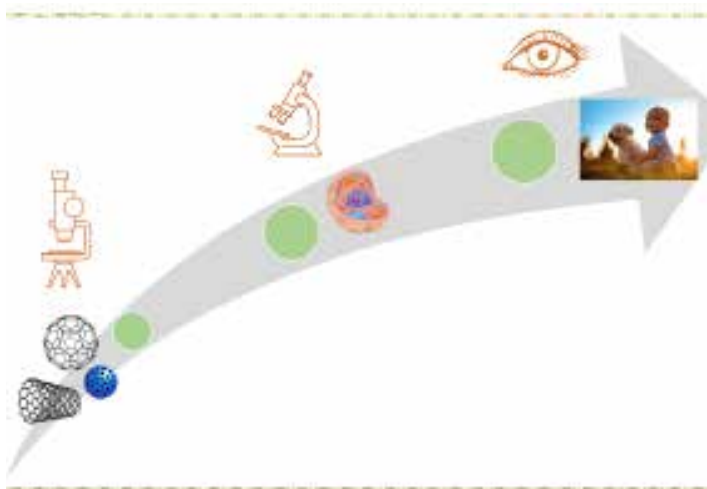


Figura 1. La escala métrica y los instrumentos para su observación. Así como la localización de la escala nanométrica dentro de esta.

Se espera que en un futuro cercano los avances en nanotecnología revolucionen al mundo y sean fuente de grandes negocios, como ha ocurrido con las tecnologías informáticas y las biotecnológicas.

5. Tipos de nanomateriales

Los nanomateriales suelen clasificarse en función de distintos parámetros como el método de síntesis, morfología, tamaño, estructura y composición química (Ghosh, 2024). Sin embargo, revisando la literatura los hemos dividido en tres categorías que incluyen a todos y a continuación se mencionan y se resumen en la figura 2.

I. En función de su origen

a) Origen natural. Se refiere a partículas o materiales de tamaño nanométrico que pertenecen de forma natural al medio ambiente, por ejemplo, proteínas (PRT), virus (VIR), nanopartículas producidas durante una erupción volcánica (CV-NPs).

b) Origen sintético. Nanomateriales producidos mediante un proceso de fabricación específico.

II. En función de su composición química

a) Orgánicos. Son nanomateriales compuestos orgánicos que poseen la característica de ser biodegradables y no ser tóxicos.

b) Inorgánicos. Nanomateriales fabricados a base de metales, óxidos metálicos, y cerámicas.

c) A Base de Carbono. Son materiales principalmente a base de carbono e incluyen 5 estructuras características como: fullerenos, nanomateriales cilíndricos, nano diamantes, grafito y grafeno.

III. En función de su dimensionalidad

a) **Nanomateriales de cero dimensiones (0-D)**. Son materiales cuyos todos sus lados se encuentran en la escala nanométrica.

b) **Nanomateriales unidimensionales (1-D)**. Son materiales cuyo uno de sus lados no se encuentra en la escala nanométrica.

c) **Nanomateriales bidimensionales (2-D)**. Son materiales cuyos dos lados no se encuentran en la escala nanométrica.

d) **Nanomateriales Tridimensionales (3-D)**. Son materiales donde ninguna de sus dimensiones se encuentra en la escala nanométrica (sus tres dimensiones son mayores de 100 nm).

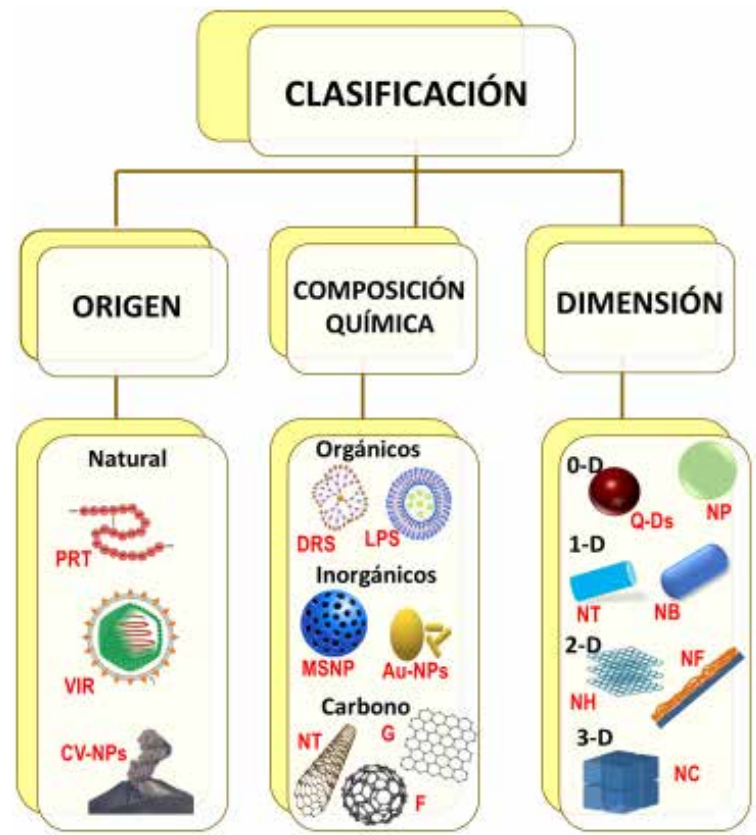


Figura 2. Clasificación de los materiales de acuerdo con su origen, composición química y dimensión. Abreviaciones: PRT (proteína), VIR (Virus), CV-NPs (Nanopartículas de cenizas volcánicas), DRS (Dendrímeros), LPS (liposomas), MSNP (nanopartícula mesoporosa de dióxido de silicio), Au-NPs (nanopartículas de oro), NT (nanotubo), G (grafeno), F (fureleno), Q-Ds (puntos cuánticos), NP (nanopartícula), NB (nano-barra), NH (nano-hojas), NF (nano películas), NC (Nano cristal)

6. Aplicaciones

En la actualidad, la nanotecnología se encuentra presente en numerosas aplicaciones importantes como en el almacenamiento, producción y conversión de energía; informática; producción agrícola; diagnóstico y tamizaje de enfermedades; armamentos y sistemas de defensa; sistemas de administración de fármacos; tratamiento y remediación de agua; procesamiento de alimentos; cosméticos; remediación de la contaminación atmosférica; construcción; detección y control de plagas (Kokila, 2022;

El-Khawaga, 2023). Eso ha dado lugar a que muchas ramas de las ciencias hayan adoptado el prefijo nano, por lo que se habla en estos momentos de nanomedicina, nanobiología, nanotecnología e incluso, de nanopresupuestos y nano inversiones (Figura 3).



Figura 3. Ejemplo de aplicaciones de la nanotecnología en la medicina, electrónica, almacenamiento de energía y remediación del medio ambiente.

7. Nanomedicina

La medicina es una ciencia que precisa conjuntar la nanotecnología con la práctica para poder llevar a cabo un diagnóstico, un tratamiento, una terapia, un monitoreo, y la prevención de enfermedades. Actualmente, la nanomedicina agrupa 3 áreas principales que son el diagnóstico, la liberación controlada de fármacos o terapia y la nanomedicina regenerativa (Diez-Pascual, 2022; Aflori, 2021; Echevarría-Castillo, 2013). Por lo tanto, la nanomedicina es un área que involucra

múltiples disciplinas como la nanociencia, la nanoingeniería y la nanotecnología. El empleo de la nanomedicina tiene una amplia perspectiva mediante el desarrollo de sistemas personalizados, los cuales por su tamaño reducido, seguridad y alta efectividad reducen su costo y facilitan su administración además permiten la combinación sinérgica de materiales nanoestructurados potenciando su efecto. A continuación, se describe brevemente cada una de estas tres áreas.

7. 1. Diagnóstico

El empleo de la nanotecnología en el diagnóstico básicamente consiste en el desarrollo de sistemas de análisis y de imagen para la detección de enfermedades lo más temprano posible. El objetivo es obtener datos médicos con mayor precisión y a mayor profundidad dentro del cuerpo humano. Los puntos cuánticos, por ejemplo, pueden usarse como marcadores fluorescentes debido a que son materiales que bajo la luz visible son excitables y pueden unirse a biomoléculas para formar sondas sensibles de larga duración (Pombo Barros, 2011). Las nanopartículas también pueden utilizarse para el marcaje simultáneo de múltiples biomoléculas, tanto fuera como dentro de las células, con el fin de controlar la progresión de la enfermedad.

7. 2. Liberación controlada de fármacos

Con el uso de la nanotecnología también puede ser posible dirigir nanosistemas activos que contengan en su superficie entidades que puedan transportar y liberar medicamentos exclusivamente en las células o zonas afectadas, con el objetivo de conseguir un tratamiento más efectivo y minimizar los efectos secundarios (Saravanan, 2024). Con las formulaciones a base de nanopartículas es posible proteger a los agentes terapéuticos que son susceptibles de degradación o desnaturalización en zonas de pH elevado, y también prolongan la duración de la exposi-

ción a un fármaco al aumentar la retención de la formulación mediante bioadhesión. En este sentido se han logrado desarrollar sistemas de administración controlada de moléculas pequeñas, proteínas y ADN.

8. Medicina regenerativa

La medicina regenerativa busca sustituir órganos dañados por enfermedades, traumatismos y/o problemas congénitos, ya que las estrategias clínicas actuales se centran principalmente solo en tratar los síntomas. Para este propósito la medicina regenerativa hace uso de herramientas como lo son la ingeniería de tejidos, las terapias celulares, así como los dispositivos médicos y los órganos artificiales (Diez-Pascual, 2022). Entonces, la nanomedicina regenerativa tiene como objetivo también la reparación o sustitución de tejidos y órganos dañados por algún acontecimiento patológico o traumático haciendo uso de herramientas nanotecnológicas. Por ejemplo, las nanopartículas pueden imitar el componente de la matriz extracelular de los tejidos, lo que las hace ideales para aplicaciones en la ingeniería tisular debido a que se pueden funcionalizar superficialmente, a su capacidad conductora, su propiedad fluorescente, su actividad antibacteriana, sus propiedades magnéticas y a sus características electromecánicas (Pombo Barros, 2011).

Agradecimientos

Agradecimientos al CONAHCYT por el financiamiento del proyecto CBF2023-2024-1982.

Referencias

- Aflori, M. (2021). Smart Nanomaterials for Biomedical Applications—A Review. *Nanomaterials*, 11(2), 396.
- Alonso Gutiérrez, B. J., López Meléndez, A., Rodríguez Liñan, C. Y., Lázaro López, D. A. (2015). La nanotecnología a 40 años de su aparición: logros y tendencias. *Ingenierías*, 18(66), 13-22.
- Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., Rizzoli, F. (2020). The history of Nanoscience and Nanotechnology: From chemical-physical applications to nanomedicine. *Molecules*, 25, 112. doi: 10.3390/molecules25010112
- Díez-Pascual, A. M. y Rahdar, A. (2022). Functional Nanomaterials in Biomedicine: Current Uses and Potential Applications. *ChemMedChem*, 17(16), e202200142. <https://doi.org/10.1002/cmdc.202200142>
- Echevarría-Castillo, F. (2013). Retos de este siglo: nanotecnología y salud. *Revista Cubana Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 29(1), 3-15.
- El-Khawaga, A. M., Zidan, El-Mageed, A. A. I. A. (2023). Preparation methods of different nanomaterials for various potential applications: A review. *Journal of Molecular Structure*, 1281, 135148. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.135148>
- Freestone, I., Meeks, N., Sax, M. y Higgitt, C. (2007). The Lycurgus Cup- A Roman Nanotechnology. *Gold Bulletin*, 40(4), 270-277. DOI:10.1007/BF03215599
- Fukushima, K., Saya, D., Kawakatsu, H. (2000). Development of a versatile atomic force microscopy with a scanning electron microscopy. *Japanese Journal of Applied Physics*, 39, 3747-3749. DOI 10.1143/JJAP.39.3747
- Ghosh, S., Sagayam, K. M., Haldar, D., Jone, A. A., Acharya, B., Gerogiannis, V. C., Kanavos, A. (2024). A review on the types of nanomaterials and methodologies used for the development of biosensors. *Advances in natural sciences: Nanoscience and nanotechnology*, 15(1), 013001. DOI 10.1088/2043-6262/ad21e8
- Janani Saravanan, Ayushi Nair, Sivadas Swathi Krishna, Vidya Wiswand, *Nanomaterials in biology and medicine: a new perspective on its toxicity and applications*. *Drug and Chemical Toxicology* 2024, 47(5): 767-784.
- Kokila, G. N., Mallikarjunaswamy, C., Ranganatha, V. L., (2022). A review on synthesis and applications of versatile nanomaterials. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/24701556.2022.2081189>
- Leon, L., Chung, E. J., Rinaldi, C. (2020) A brief history of nanotechnology and introduction to nanoparticles for biomedical applications. In: *Micro and Nano Technologies, Nanoparticles for Biomedical Applications*, Editors: Eun Ji Chung, Lorraine Leon, Carlos Rinaldi, Elsevier, 2020, pp. 1-4.
- Pombo Barros, V y Goyanes Villaescusa V. (2011). Puntos Cuánticos: Nueva Aportación de la Nanotecnología en Investigación y Medicina. *UCM Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 5(1), 69-102.
- Risk, M. R. (2015). Nanobioingeniería: Historia y Futuro. *Tecno Lógicas*, 18(34): 9-11. ISSN 0123-7799
-
- Dra. Emma Elisa Ortiz Islas.** Investigadora en Ciencias Médicas de tiempo completo, cuya línea de investigación es sobre la síntesis, caracterización y aplicación de nanomateriales a las enfermedades neurológicas, adscrita al laboratorio de neurofarmacología molecular y nanotecnología, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suarez”.
Email: emma.ortiz@innn.edu.mx



#

¡CiΣntástico!



NO TE PIERDAS NINGÚN AVANCE!



@paciencia_patodos



@paciencia_patodos



@paciencia_patodos



PaCiencia Pa'Todos

Únete a nuestra comunidad científica en nuestras redes sociales y sé parte de descubrimientos fascinantes! Síguenos para estar al tanto de las últimas noticias, eventos y contenido exclusivo.

La gran migración de **genes** que transformó **la vida en la Tierra**

Yolanda Camacho-Villasana, Ulrik
Pedroza-Dávila, Xochitl Pérez-Martínez

RESUMEN

La vida en la Tierra ha sido moldeada por migraciones a gran escala, desde animales que recorren miles de kilómetros hasta la propagación de virus. Sin embargo, existe una migración aún más fundamental y microscópica: el movimiento de material genético dentro de las células. Este proceso, que involucra al ADN, ha sido crucial en la evolución de los organismos eucariontes, aquellos con células que contienen organelos rodeados por membranas, como el núcleo, las mitocondrias y los cloroplastos. La transferencia de genes entre estos organelos y el núcleo ha sido esencial para la diversificación y especialización celular, permitiendo la complejidad de la vida tal como la conocemos. El objetivo de este artículo es explicar cómo la migración de material genético ha influido en la evolución de la vida en la Tierra.

Palabras clave: Genes, ADN, migraciones, organismos eucariontes, evolución

Las grandes migraciones recorren kilómetros o nanómetros

La vida en la Tierra está marcada por grandes migraciones, algunas hasta de miles de kilómetros. Muchos animales migran de una región a otra para encontrar mejores condiciones de clima o alimento. Por ejemplo, el gaviotín ártico viaja cada año miles de kilómetros de Groenlandia a la Antártica. De la misma manera, la mariposa monarca cada otoño vuela de los bosques canadienses a los más cálidos bosques del centro de México. Los primeros seres humanos migraron y poblaron prácticamente el planeta entero. Los insectos migran, los murciélagos y las ballenas migran, las plantas migran a través de eventos de polinización y por efecto del viento. Otro ejemplo sorprendente es el virus del SARS-Cov2 que migró saltando de humano en humano hasta alcanzar cada rincón del planeta habitado por el hombre. Las migraciones son parte del pasado, del presente y del futuro de la vida en nuestro planeta.

Sin embargo, hay una migración mucho más pequeña, de nanómetros, que precede a cualquiera de las migraciones antes descritas, imperceptible a nuestro ojo, una migración que ha tenido un impacto profundo en la vida de la Tierra. Esta es una migración de material genético (ADN, ácido desoxirribonucleico) de una región a otra de la célula y que definió el destino y la existencia de una gran parte de seres vivos: los organismos eucariontes. Estos organismos se caracterizan por tener en sus células organelos rodeados por membranas. Los organismos eucariontes

incluyen animales, plantas, hongos, organismos unicelulares como las amibas, entre otros. Cada organelo de las células eucariontes tiene una función específica, así el núcleo se encarga de resguardar y duplicar el material genético que permite la reproducción de las células y la preservación de las especies y sus características. La mitocondria es un organelo que entre otras funciones lleva a cabo la respiración, necesaria para la producción de energía que las células requieren para todas sus reacciones. Es además participante central en muchas vías metabólicas de la célula. Los cloroplastos, presentes en plantas y algas, son responsables de la fotosíntesis y de diversas vías metabólicas. Estos tres organelos, las mitocondrias, los cloroplastos y el núcleo son protagonistas de esta migración que definió la vida en el planeta (Figura 1).

Del origen de los organismos eucariontes: el pacto que cambió la vida

Para entender esta migración de genes primero debemos comprender cómo surgieron las células eucariontes y las mitocondrias. Su origen se remonta a los organismos procariontes, que en contraste a los eucariontes no tienen membranas internas ni organelos, y son unicelulares. A este grupo pertenecen las bacterias y las arqueobacterias, únicos habitantes vivos del planeta en aquel momento. Hace aproximadamente 2000 millones de años una arqueobacteria del tipo Asgard engulló a una bacteria tipo

alfa-proteobacteria. En lugar de que se digiriera, esa alfa-proteobacteria se conservó en el interior de la arqueobacteria, en un proceso conocido como endosimbiosis. Esta asociación fue benéfica para ambas células pues la alfa-proteobacteria podía eliminar el oxígeno que era tóxico para la arqueobacteria, y a cambio recibiría nutrientes de parte de su hospedero. Mantener esta endosimbiosis llevó a cambios en ambos organismos, de tal forma que miles de milenios después aquella alfa-proteobacteria que dio lugar a la mitocondria y la arqueobacteria hospedera perdieron autonomía, se adaptaron una a la otra y se volvieron interdependientes. A lo largo de este tiempo la célula eucarionte emergió (Figura 1). Por un lado, la alfa-proteobacteria redujo significativamente el tamaño de su genoma, pasando de unos 5000 genes a apenas unas decenas de genes que hoy conforman el genoma mitocondrial. Por otro lado, el genoma de la célula hospedera, la arqueobacteria, experimentó una expansión de su genoma, aumentando su tamaño alrededor de 1000 veces.

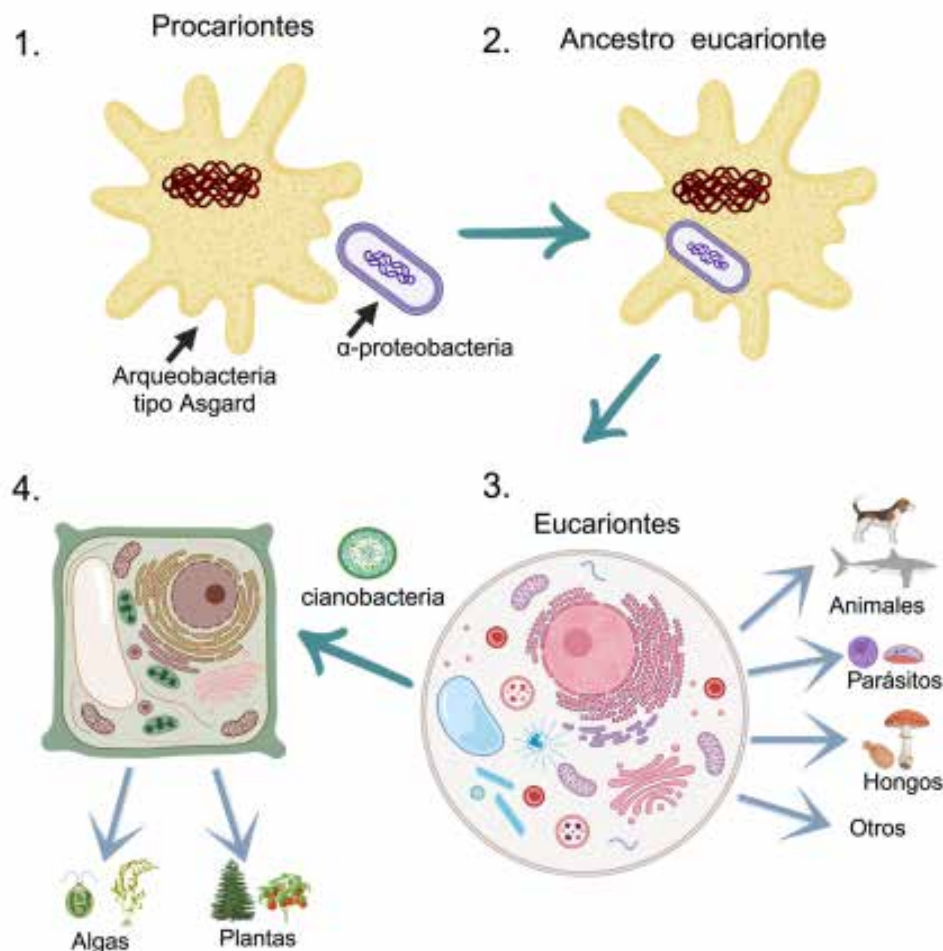


Figura 1. Origen de las células eucariontes. 1. Una arqueobacteria del tipo Asgard engulló a una alfa proteobacteria. 2. La alfa proteobacteria se estableció como un simbionte dentro de la arqueobacteria, lo que le permitió utilizar oxígeno. 3. Este ancestro eucarionte dio origen a las células eucariotas, que se diversificaron en varios organismos. 4. En un segundo evento de endosimbiosis, se integró una cianobacteria que se convirtió en cloroplasto, lo que permitió el desarrollo de células eucariontes fotosintéticas y dio origen a plantas y algas.

La gran migración de genes de la mitocondria al núcleo

En la actualidad las mitocondrias poseen un número pequeño de genes en su material genético. ¿Qué fue lo que pasó con todos los genes que desaparecieron del genoma de la alfa-proteobacteria? Muchos genes se perdieron, no eran útiles para la nueva célula eucarionte. Otros genes migraron al genoma nuclear (derivado de aquella arqueobacteria de tipo Asgard) (Figura 2). El destino de estos genes migrantes fue diverso: Muchos de ellos se incorporaron exitosamente en los cromosomas nucleares, y ahora la información codificada por estos genes producen proteínas que se importan de regreso a la mitocondria. Estas proteínas conservaron sus funciones originales que provienen de su antepasado alfa-proteobacteria. Otros genes mutan de tal manera que las proteínas que se producen adquieren nuevas funciones e incluso pueden localizarse en otros organelos de la célula, como el peroxisoma o el núcleo. Algunos genes no lograron integrarse correctamente y quedaron inactivos, sin función alguna. Otros fragmentos de ADN de la alfa-proteobacteria endosimbionte se integraron al genoma nuclear y conformaron regiones que no codifican para proteínas, pero que podrían haber contribuido a la expansión del tamaño del genoma nuclear. Muchos procesos tuvieron que ocurrir para que la transferencia de genes codificantes de la mitocondria al núcleo fuera exitosa. Estos genes migrantes tuvieron que adquirir nuevas secuencias regulatorias para que pudieran ser leídos correctamente por la ma-

quinaria celular. También fue necesario que algunas proteínas adquirieran señales para que se dirigieran de regreso a las mitocondrias o a otros organelos.

La migración pintó al planeta de verde

Una vez que las células eucariontes se establecieron sobre la faz de la tierra, hace aproximadamente 1500 millones de años un grupo de estas células fueron protagonistas de una segunda endosimbiosis. Esta vez la bacteria engullida fue una cianobacteria, un grupo de bacterias capaces de realizar fotosíntesis y liberar oxígeno. Tal como el primer endosimbionte dio lugar a la mitocondria, estas cianobacterias se convirtieron en cloroplastos, organelos que llevan a cabo fotosíntesis y producen oxígeno. Esta segunda endosimbiosis dio lugar a plantas y algas. De nuevo, como ocurrió con las mitocondrias, las cianobacterias llevaron a cabo una transferencia masiva de genes hacia el núcleo de la célula eucarionte huésped. Mientras que una cianobacteria moderna contiene entre 12,000 y 15,000 genes, solo entre 100 a 150 genes permanecieron en el cloroplasto. Muchos de los genes originales se perdieron, y muchos migraron hacia el núcleo. Un estudio en la planta *Arabidopsis thaliana* mostró que aproximadamente 18% de los genes del núcleo son de origen cianobacteriano, es decir, aproximadamente 4,500 genes. Curiosamente, muchos de estos genes han adquirido funciones completamente diferentes a las de su antepasado cianobacteriano. Como

ocurrió durante el origen de la mitocondria, la migración e integración exitosa de estos genes endosimbiontes tuvo que pasar por una serie de adaptaciones.

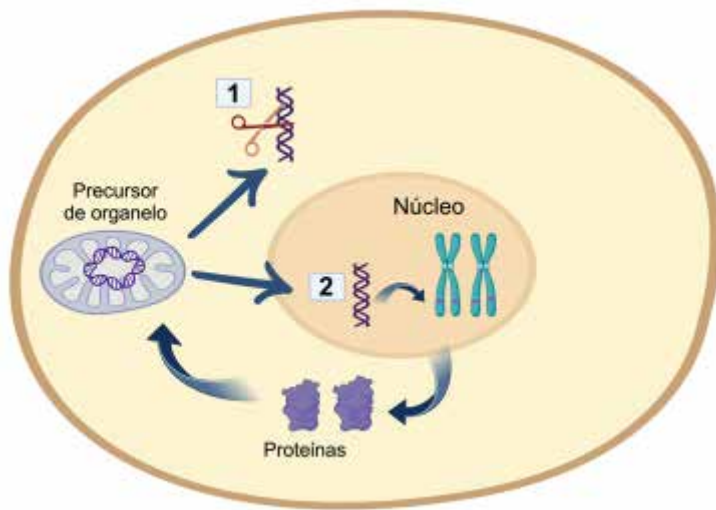


Figura 2. Migración de genes al núcleo celular. Durante la evolución, el genoma del precursor del organelo ya sea mitocondria o cloroplasto, perdió una gran cantidad de genes. 1. Algunos genes se perdieron, mientras que 2. otros lograron integrarse en el genoma nuclear. Estos últimos pudieron codificar proteínas que regresaron al organelo de origen para cumplir su función o se relocalizaron hacia otros organelos dentro de la célula. Otro grupo de estos genes se inactivaron.

Migración de genes, un proceso que sigue sucediendo: un viaje que nunca termina

La migración de genes desde las mitocondrias y los cloroplastos hacia el núcleo sigue sucediendo, y no se limitó a la época en que ocurrieron los eventos endosimbióticos que dieron lugar a estos organelos. Algunas de estas migraciones han sido exitosas,

otras no, pues los genes transferidos se han desactivado. El desarrollo de técnicas de secuenciación masivas y análisis bioinformáticos nos han permitido ver cómo algunos genes han podido migrar en ciertos organismos pero no en otros.

Un ejemplo es la migración del gen *COX2*. Este gen codifica un componente esencial de la enzima mitocondrial responsable de utilizar el oxígeno y en consecuencia de respirar. En animales, este gen está presente exclusivamente en la mitocondria. Sin embargo, en algunas plantas leguminosas hay ejemplos de existencia de dos copias del gen *COX2*, una que permanece en la mitocondria y otra que migró al genoma nuclear. En algunos casos la copia activa es la que permaneció en la mitocondria, en otros casos es la copia nuclear, mientras que la copia mitocondrial se ha desactivado. También existen ejemplos de leguminosas en que ambas copias, la mitocondrial y la nuclear, son activas.

Otro ejemplo se observa en algunas algas unicelulares en que los genes *ATP6*, *COX2* y *COX3* que comúnmente se localizan en el genoma mitocondrial, ahora se han transferido al núcleo y son funcionales, de tal manera que las proteínas producidas se pueden importar a la mitocondria para llevar a cabo su función original.

Estas migraciones siguen también ocurriendo en cloroplastos. En una especie de arroz se registró una transferencia relativamente "reciente", de entre 74,000 y 296,000 años, en que el 97% del genoma del cloroplasto se integró en el núcleo. Sin embargo, este inserto ha sufrido mutaciones aleatorias que lo destinan a la inactivación.

El viaje del ADN y las grandes interrogantes: los grandes misterios del viaje genético

Una de las migraciones más importantes que moldeó la vida en el planeta fue la migración de genes desde el ancestro mitocondrial bacteriano hacia el núcleo, jugando un papel esencial en el establecimiento de las células eucariontes. La segunda migración masiva de genes hacia el núcleo fue la que se dio desde la cianobacteria endosimbionte que originó a los cloroplastos. Este último evento fue central para inundar de verde al planeta y establecer las actuales cadenas tróficas y ecosistemas del planeta que conocemos hoy. Aunque ya sabemos mucho sobre cómo ocurrieron estos procesos, todavía hay muchas preguntas sin respuesta. Por ejemplo, ¿cuándo exactamente ocurrió la endosimbiosis que dio lugar a las mitocondrias y los cloroplastos? ¿Qué pasó en la célula para que los genes de estas bacterias terminaran en el núcleo? ¿Cómo se adaptaron para formar los organelos que conocemos hoy?

Además, algunos genes se quedaron en las mitocondrias o cloroplastos, mientras que otros migraron al núcleo. ¿Por qué? ¿Qué ventajas trajo esta migración para la célula?

A medida que avancen las investigaciones, es probable que obtengamos respuestas a estas preguntas, lo que nos permitirá entender mejor cómo estos eventos evolucionaron y cómo siguen influyendo en la vida en la Tierra.

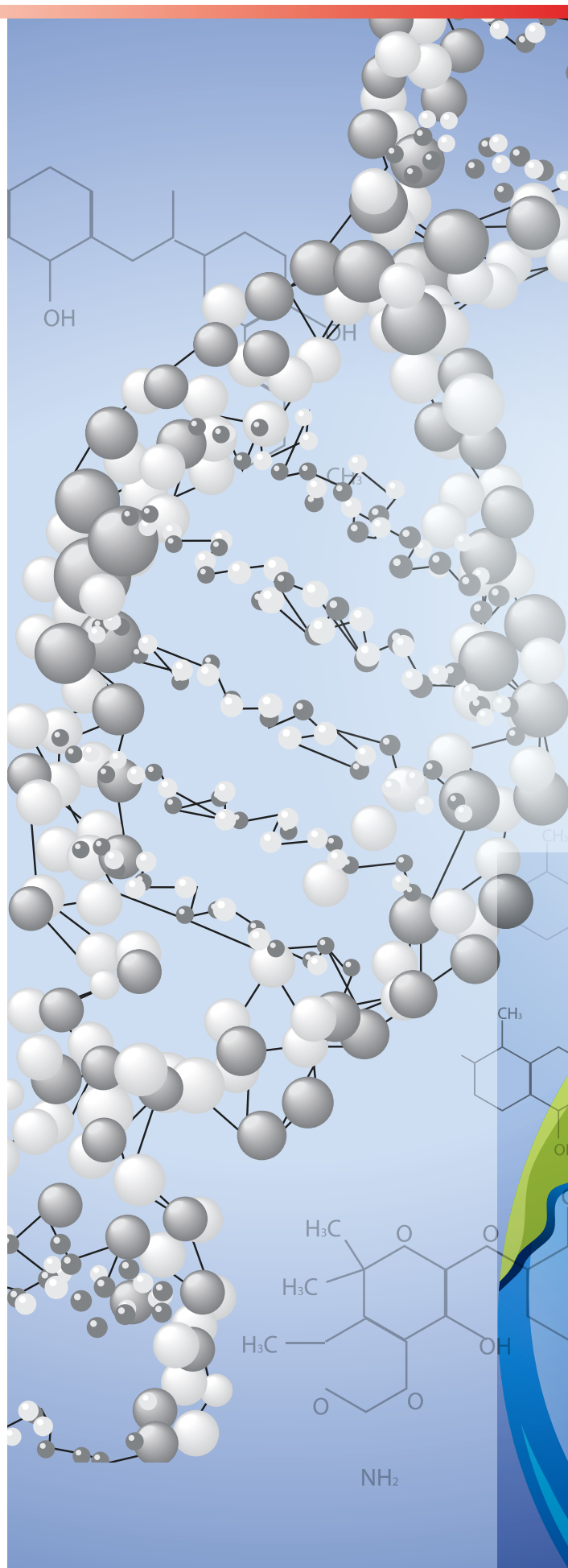
Referencias

- Adams, K. L., Song, K., Roessler, P. G., Nugent, J. M., Doyle, J. L., Doyle, J. J., & Palmer, J. D. (1999). Intracellular gene transfer in action: dual transcription and multiple silencings of nuclear and mitochondrial *cox2* genes in legumes. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 96(24), 13863-13868. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.24.13863>
- Eme, L., Spang, A., Lombard, J., Stairs, C. W., & Ettema, T. J. G. (2017). Archaea and the origin of eukaryotes. *Nat Rev Microbiol*, 15(12), 711-723. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.133>
- Gabaldón, T., Snel, B., van Zimmeren, F., Hemrika, W., Tabak, H., & Huynen, M. A. (2006). Origin and evolution of the peroxisomal proteome. *Biol Direct*, 1, 8. <https://doi.org/10.1186/1745-6150-1-8>
- Gonzalez-Halphen, D., Funes, S., Perez-Martinez, X., Reyes-Prieto, A., Claros, M. G., Davidson, E., & King, M. P. (2004). Genetic correction of mitochondrial diseases: using the natural migration of mitochondrial genes to the nucleus in chlorophyte algae as a model system. *Ann N Y Acad Sci*, 1019, 232-239.
- Hidalgo, O., Pellicer, J., Christenhusz, M., Schneider, H., Leitch, A. R., & Leitch, I. J. (2017). Is There an Upper Limit to Genome Size? *Trends Plant Sci*, 22(7), 567-573. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.04.005>
- Martin, W., Rujan, T., Richly, E., Hansen, A., Cornelsen, S., Lins, T., ... Penny, D. (2002). Evolutionary analysis of Arabidopsis, cyanobacterial, and chloroplast genomes reveals plastid phylogeny and thousands of cyanobacterial genes in the nucleus. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 99(19), 12246-12251. <https://doi.org/10.1073/pnas.182432999>
- Reyes-Prieto, A., Weber, A. P., & Bhattacharya, D. (2007). The origin and establishment of the plastid in algae and plants. *Annu Rev Genet*, 41, 147-168. <https://doi.org/10.1146/annurev.genet.41.110306.130134>
- Sagan, L. (1967). On the origin of mitosing cells. *J Theor Biol*, 14(3), 255-274. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(67\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0022-5193(67)90079-3)
- Vosseberg, J., van Hooff, J. J. E., Köstlbacher, S., Panagiotou, K., Tamarit, D., & Ettema, T. J. G. (2024). The emerging view on the origin and early evolution of eukaryotic cells. *Nature*, 633(8029), 295-305. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07677-6>
- Woese, C. R., & Fox, G. E. (1977). Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 74(11), 5088-5090. <https://doi.org/10.1073/pnas.74.11.5088>

Dra. Yolanda Camacho-Villasana, estudió el doctorado en Ciencias en el CINVESTAV, es experta en biología molecular y fisiología de plantas y actualmente trabaja estudiando cómo se sintetizan las proteínas dentro de la mitocondria de levadura. Bióloga de licenciatura y amante de la evolución de las especies. Técnica Académica del Departamento de Genética Molecular del Instituto de Fisiología Celular-UNAM. Correo electrónico: ycamacho@ifc.unam.mx.

M. en C. Ulrik Pedroza-Dávila, estudia el Doctorado en Ciencias Bioquímicas (UNAM), Químico Farmacéutico Biólogo egresado de la Universidad Juárez del Estado de Durango; es experto en bioquímica de mitocondrias en hongos. Estudiante de Doctorado en el Instituto de Fisiología Celular-UNAM. Correo electrónico: upedroza@ifc.unam.mx.

Dra. Xochitl Pérez-Martínez, Química de licenciatura, hizo un posdoctorado en genética de mitocondrias en la Universidad de Cornell, y es experta en el estudio de los mecanismos de por los que la célula es capaz de leer la información del ADN de la mitocondria y de ensamblaje de las proteínas encargadas de la respiración que están presentes en este organelo. Investigadora del Departamento de Genética Molecular del Instituto de Fisiología Celular-UNAM. Correo electrónico: xperez@ifc.unam.mx.



Un viaje que trasciende: **Mariposas Monarca** en un mundo en transformación

Estefania Arellano
Ordoñez

RESUMEN

Cada otoño, las mariposas monarca emprenden una migración de hasta 4,000 km desde Canadá y Estados Unidos hacia los bosques de Oyamel en Michoacán, México. Este fenómeno natural no solo es un espectáculo biológico, sino también una tradición cultural profundamente arraigada en el Día de Muertos. Para las comunidades indígenas, especialmente la purépecha, las mariposas son consideradas las almas de los difuntos que regresan al mundo de los vivos. Su llegada coincide con rituales como el encendido de velas y la colocación de ofrendas, simbolizando la conexión entre la vida y la muerte. Sin embargo, este viaje está amenazado por el cambio climático y la deforestación, lo que pone en riesgo tanto a las mariposas como a las tradiciones culturales que las acompañan. Por lo que es importante destacar la importancia de la migración de las mariposas monarca y su relación con las tradiciones culturales mexicanas.

Palabras clave: Mariposa monarca, migraciones, Día de Muertos, ecosistemas, cultura

Introducción

Cada otoño, las mariposas monarca cubren los cielos con una danza dorada, un peregrinaje milenario que coincide con el Día de Muertos. Para muchos, estas criaturas no son solo viajeros incansables, sino las almas de los difuntos que regresan a casa. Sin embargo, detrás de este gran espectáculo lleno de misticismo, las monarcas enfrentan desafíos invisibles que amenazan con romper el delicado equilibrio de su existencia y quizá, su conexión con nuestras tradiciones...

La magia de las mariposas monarca en la cultura mexicana

En el corazón de México, la llegada de las mariposas monarca no solo es un fenómeno natural, sino una tradición viva que se respira desde la esencia del Día de Muertos. Cada otoño, estas criaturas emprenden una de las migraciones más extraordinarias del reino animal, recorriendo hasta 4 000 km desde Canadá y Estados Unidos para arribar a los bosques de Oyamel en Michoacán. Su asombroso viaje coincide con el cambio de estación y el inicio de noviembre, un momento que es considerado sagrado para las comunidades mexicanas que conmemoran a sus seres queridos en el Día de Muertos.

Para las culturas indígenas especialmente la purépecha, las mariposas monarca no son simples viajeros del viento; son almas de los difuntos que regresan al mundo de los vivos para visitar a sus familiares. Sus alas, que parecieran pintadas con los colores del

fuego y el ocaso, nos recuerdan a la luz y la esperanza en medio de la oscuridad. Su llegada se entrelaza con el encendido de velas, aroma a incienso y flores de cempasúchil.

Este vínculo profundo va más allá de la celebración, simboliza la eterna conexión entre los ciclos de la naturaleza y la espiritualidad humana. Así como las mariposas regresan año tras año a los mismos bosques para descansar, las familias mexicanas vuelven a sus raíces, recordando que la vida y la muerte no son opuestos, sino partes de un ciclo continuo que une a las generaciones pasadas, presentes y futuras.

La importancia ecológica y cultural de las monarcas

Las mariposas monarca se desplazan de un lugar de residencia a otro, en busca de mejores oportunidades, así como tú y yo. Este fenómeno sigue sorprendiendo a los investigadores, pero en 1940 cautivo a Fred y Nora Urquhart, quienes solían observar mariposas en primavera y verano, mientras que en otoño e invierno era muy notoria su ausencia, pero ¿por qué las mariposas desaparecerían o a dónde van? Quizá fueron algunas de las preguntas que ellos se hicieron. Buscando respuestas, diseñaron etiquetas minúsculas que colocaron a las mariposas con la finalidad de reconocer las mismas mariposas en distintos sitios, lo que permite tener “control” de la ruta que las mariposas tomaban. Imagina la situación, personas en el oeste de Estados Unidos y Canadá viendo mariposas en unos meses, mientras que en los demás

no, pensar que migrar era una posibilidad, pero ¿al sur, al norte o al este? Mientras que Fred y Nora buscaban respuestas, un grupo de investigadores y voluntarios que recibió el nombre de “Ciencia Ciudadana” atrapaban mariposas, colocaban las etiquetas en sus delicadas alas y las liberaban, así, sí alguien encontraba una de estas mariposas debía informar su paradero, siguiendo con las indicaciones que se publicaron en los periódicos.

México no se queda fuera de la situación, Ken Brugger y Catalina Aguado, leyeron dicho anuncio, salieron en búsqueda de mariposas monarca. Este momento debió ser muy bello para ellos, mientras se encontraban en los bosques de Michoacán, notaron la presencia de cientos de mariposas, ahí, entre los árboles altos, encontraron una mariposa que llevaba la etiqueta PS-397, ¿piensas lo mismo? Sí, era una de esas mariposas etiquetadas, con el hallazgo del hogar que recibía a las mariposas en las temporadas de otoño e invierno de estados unidos se abrió un mundo de dudas mientras que algunas otras se responden, como la duda de Fred y Nora, ahora sabían que las mariposas iban del oeste de Estados Unidos y Canadá al centro de México.

Ahora conocemos que hay una generación de mariposas que emprende el viaje de migración y recibe el nombre de “generación Matusalén” a diferencia de las mariposas que sueles ver a lo largo del año; estas viven más, su ciclo de vida no sigue los mismos tiempos y su objetivo es distinto, mientras las Matusalén buscan un lugar con mejores condiciones, quizá una mariposa local busca reproducirse y esas diferencias son muy grandes a nivel molecular.



Las mariposas llegan a hibernar a los bosques de Michoacán, en donde pasan los fríos de su lugar de origen y en la primavera mexicana, despiertan, se alimentan, se reproducen y emprenden el viaje de vuelta. Quizá te surgirá la duda ¿todas lo logran? Y es que no, pocas de las mariposas que emprendieron el primer viaje lograrán volver al sitio de origen, se enfrentan a vientos, lluvias, depredadores, sumando a ello el poder encontrar un sitio de descanso, consumir néctar o agua, ¡solo eso! No, también se enfrentan a los automóviles, hay carreteras por las que atraviesan y las altas velocidades que los automovilistas llevan, no es favorable para ellas.

Retos actuales de la migración de las monarcas

Para una gran migración, tenemos grandes problemáticas, entre ellas tenemos el cambio climático, tan sólo este año la población de mariposas monarca que regresaron a los bosques michoacanos, disminuyó. Sumado a ello, las fechas de su regreso se alargaron, si bien, comenzó en el mes de septiembre como cada año, y para mediados del mes de octubre aún se les observaba en el sur de Coahuila, el Programa Correo Real-mariposas monarca, reportó esta información.

Una segunda problemática grande es el alimento, por dos cuestiones, las mariposas monarca pueden llegar a alimentarse del algodoncillo, *Asclepia curassavica*, la cual es una planta que influye en la migración de las mariposas, la cual requiere de condiciones para su floración y desarrollo, se trata de una planta no nativa que se ha ido introduciendo en distintas partes de la república con fines estéticos y en algunos casos, en jardines de polinizadores, sin conocer su impacto.

Pero ¿por qué tanta preocupación? El algodoncillo requiere de temperaturas entre los 18 a 30 ° C, mientras que tolera incluso los 8 °C. Estos rangos de temperatura son importantes pues, si aumenta o disminuyen estos valores, la planta morirá. *Spoiler*, así como hay tolerancia a los antibióticos, las plantas no nativas comienzan a ser más tolerantes tan solo a las temperaturas.

¿Cómo crees que las plantas se defienden de sus depredadores? Claro que, como ellas no pueden moverse, han desarrollado

mecanismos de defensa como lo son las espinas o, en su caso, la producción de sustancias que los alejen; nos referimos a sustancias a las cuales se les conoce como *metabolitos secundarios*, mismas que ayudan a la supervivencia de la planta, pero sin alterar su metabolismo principal conocido como fotosíntesis. Un ejemplo de ello es la planta de chile que, si bien no tiene espinas, la pungencia (¿podría que nosotros percibimos como algo atractivo en nuestras comidas, a la planta le ayuda a defenderse de depredadores, aunque no de todos ya que, por ejemplo, las aves no son sensibles a ella y quizá, esa sea una relación evolutiva muy importante, pues las aves ayudarían a dispersar las semillas.

En las plantas de algodoncillo, los metabolitos secundarios que encontramos son los glucósidos cardíacos, que pueden encontrarse en concentraciones bajas, si se encuentra en su sitio de origen, pero si esta planta se mueve a un sitio con condiciones ambientales distintas, la planta puede presentar estrés, que, si bien no es un depredador, este estado activa el mecanismo de defensa (metabolitos secundarios) de las plantas. Así que, puede producir glucósidos en mayor concentración. A partir de aquí, debemos mencionar otras dos cuestiones preocupantes, en torno al alimento.

El primer lugar, no se conoce aún la implicación en las mariposas al alimentarse de plantas de asclepia con mayor concentración de glucósidos cardíacos, una planta que siempre florece y que ofrece néctar a las mariposas, así como hojas para las larvas, es mejor opción que migrar por un sitio de descanso, veámoslo con un ejemplo más cer-

cano. Imagina que consumes una dieta basada en alimentos altos en azúcares, aunque a corto plazo podrías experimentar un aumento de energía, no está del todo claro cómo este exceso podría afectar a tu organismo.

En segundo lugar, las plantas que toleran más las temperaturas permiten que algunos organismos que se alojan en ella persisten. El caso del parásito *Ophryocystis Elektroscirrha* (OE) es un ejemplo de ello. Este, ha sido ampliamente investigado y se sabe, por ejemplo, que, aunque se creía que afectaba solo a las mariposas monarca, en el año 2016 se encontró presencia en las mariposas reina. Su transmisión puede darse de la progenitora a los huevos o que la planta sea *host* del parásito, así cuando las larvas se alimenten de ella, se repetirá el ciclo. Además, la presencia de este parásito en las mariposas hace que presenten alas de menor tamaño, lo que afecta su vuelo e, incluso, que ocasiona malformaciones. En ese año, el Programa de Correo Real, reportó que las mariposas presentaban un comportamiento un tanto extraño, de hecho, recordarás que, en párrafos anteriores, mencionamos que la generación Matusalén durante su migración, no se encuentra en una etapa reproductiva, es decir, las mariposas se encuentran en una condición a la cual se le conoce como diapausa. En 2024 se reportaron mariposas reproduciéndose, si bien esto llega a pasar rara vez, los observadores se encuentran preocupados, esperando poder encontrar respuestas a interrogantes tales como: ¿este comportamiento se deberá al alimento que consumieron en Estados Unidos y Canadá, o, quizá ¿a las temperaturas o a la presencia del parásito?

Aunque, por ahora, no hay respuestas: podríamos ayudar generando reportes de avistamiento de mariposas monarca en la temporada de otoño e invierno en México, a través del correo real – mariposas monarca, así como siendo observadores y revisando que plantas colocamos en nuestros jardines, en nuestros parques o corredores y tomar conciencia de que, pese a la belleza urbana, hay más riesgos detrás, los cuales poco se conocen. Las mariposas monarca son representativas de nuestra cultura, pero hay más especies que pueden estar en peligro por nuestras acciones, más vale consumir local, en este sentido, colocar plantas nativas de nuestro sitio. Si observas una planta de algodoncillo cerca de casa, que pese a las temperaturas sigue floreciendo, repórtalo.

El vuelo continuo de las monarcas

Mientras las mariposas enfrentan desafíos en su migración, como *Ophryocystis Elektroscirrha*, este fenómeno nos recuerda cómo las acciones humanas, incluso las pensadas para ayudar, pueden tener consecuencias adversas si no se consideran los ecosistemas en su totalidad. La lección puede encontrarse en observar más allá de lo aparente, ya que, proteger a las monarcas no solo implica admirar su vuelo o plantar flores, sino entender los procesos naturales que les han guiado durante siglos.

Conclusión

Podemos concluir con la afirmación de que las mariposas monarca son más que un espectáculo natural o un símbolo cultural, son un recordatorio viviente de la interconexión entre los ecosistemas y las tradiciones humanas. Su vuelo desafía las adversidades, llevando un mensaje de resistencia y esperanza. Protegerlas no solo asegura su migración, sino que también preserva nuestras raíces y nos inspira a imaginar horizontes donde la naturaleza y la cultura coexistan en armonía.

Referencias

- Agrawal, A. A., Petschenka, G., Bingham, R. A., Weber, M. G., & Rasmann, S. (2012). Toxic cardenolides: Chemical ecology and coevolution of specialized plant-herbivore interactions. *New Phytologist*, 194(1), 28–45. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.04049.x>
- Becerra, J. X. (2015). Macroevolutionary and geographical intensification of chemical defense in plants driven by insect herbivore selection pressure. *Current Opinion in Insect Science*, 8, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.02.003>
- de Roode, J. C., Gold, L. R., & Altizer, S. (2020). Parasite-host specificity: A cross-infection study of the parasite *Ophryocystis elektroscirrha*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 107, Article 107328. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107328>
- García, G. B., Sánchez, Á. S., Martínez, A. V., & Ocampo, T. L. (n.d.). Diversidad de flora medicinal en los huertos familiares en el Ejido La Encrucijada, Cárdenas, Tabasco, México.
- Heckel, D. G. (2018). Insect detoxification and sequestration strategies. En *Annual Plant Reviews: Insect-Plant Interaction* (pp. 77-114). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0507>
- Hobson, K. A., Wassenaar, L. I., Taylor, O. R., & Weber, T. P. (2007). Isotopic (^2H) analysis of stored lipids in migratory and overwintering monarch butterflies (*Danaus plexippus*): Evidence for southern critical late-stage nectaring sites? *Journal of Comparative Physiology B*, 177(6), 545–555. <https://doi.org/10.1007/s00360-007-0158-2>
- Juárez-Jaimes, V., & Lozada, L. (2003). Asclepiadaceae. En Dávila, P. D., Villaseñor, J. L., Medina, R., & Téllez, O. (Eds.), *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 37. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Prado, E., & Demarco, D. (2018). Laticifers and secretory ducts: Similarities and differences. En *Ecosystem Services and Global Ecology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76057>
- Sternberg, E. D., Lefevre, T., Li, J., de Castillejo, C. L. F., Li, H., Hunter, M. D., & de Roode, J. C. (2012). Food plant-derived disease tolerance and resistance in a natural butterfly-plant-parasite interaction. *Evolution*, 66, 3367–3376. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2012.01693.x>

Lic en Ingeniería Agroindustrial **Estefanía Arellano**. Estudiante de Ciencias de la Comunicación y Periodismo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Línea de investigación RNA interferente en plantas y mariposas monarca. Email: ordonezstephan85@gmail.com



Un viaje a nanoescala en el **combate** del **cáncer**

Giovanna Sandoval Larios

RESUMEN

El **cáncer** es una enfermedad en la que las células del cuerpo pierden el control sobre su crecimiento y división. Este proceso se relaciona con la pérdida de la “apoptosis”, un mecanismo natural mediante el cual las células saben cuándo deben morir. Cuando este mecanismo falla, las células continúan multiplicándose y pueden formar tumores o neoplasias. Si estas células se diseminan a otras partes del cuerpo, se habla de metástasis. Actualmente, el **cáncer** es la segunda causa de muerte a nivel mundial, con cerca de 10 millones de fallecimientos al año. Los tipos más comunes son el **cáncer** de pulmón en hombres y el de mama en mujeres. Incluso, el 19 de octubre se ha establecido como el Día Mundial contra el **Cáncer** de Mama, para concientizar sobre esta enfermedad.

El **cáncer** tiene múltiples causas: desde factores genéticos hasta hábitos como fumar, beber alcohol, la exposición al sol o la falta de actividad física. Por eso, es fundamental conocer sus causas para prevenirlo o detectarlo a tiempo. Por lo que el objetivo de este artículo es explicar de manera clara qué es el **cáncer**, cómo se origina y cuáles son los factores de riesgo asociados, con el fin de promover la prevención y la conciencia en jóvenes.

Palabras clave: **Cáncer**, nanotecnología, nanopartículas, quimioterapia, prevención.

¿Qué es el cáncer?

El cáncer es una enfermedad donde las células del cuerpo crecen de manera descontrolada (Instituto Nacional del Cáncer [NIH], 2021).

¿Sabías que cada una de tus células tiene programado cuando morir?, a este proceso se le conoce como “apoptosis”, del griego “desprendimiento”. Cuando las células “olvidan” hacer la apoptosis, continúan su división, crecen sin control y se pueden diseminar por todo el cuerpo, es decir, se malignizan, dando lugar a la formación de tejidos enfermos conocidos como tumores o neoplasias. Este tipo de células pueden invadir tejidos sanos o viajar a otras partes del organismo formando lo que conocemos como metástasis (Sociedad Española de Oncología Médica [SEOM], 2019).

Hoy en día el cáncer es la segunda causa de muerte en el mundo y provoca alrededor de 10 millones de decesos anuales (Sun *et al.*, 2023). El cáncer más común en los hombres es el de tráquea, bronquios y pulmón, mientras que en las mujeres es el de mama (Fondo Mundial para la Investigación Internacional del Cáncer [WCRF], 2024). Como dato adicional ¿sabías que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció el 19 de octubre como el día mundial contra el cáncer de mama? (WCRF, 2024).

¿Te has preguntado qué desencadena la aparición del cáncer? Éste aparece cuando se produce una alteración en la información genética de las células sanas (NIH, 2021). Existen diferentes factores de riesgo que

aumentan la probabilidad de desarrollarlo como son el alcohol, humo del tabaco, rayos ultravioleta, radiación, microorganismo, inactividad física, dieta, etc. y antecedentes de familiares con cáncer (Centro nacional para la información biotecnológica (NCBI, 2007; NIH, 2015).

¿Cómo se combate al cáncer?

En la actualidad existen diferentes tipos de terapias para el tratamiento del cáncer. Dependiendo del tipo, ubicación, grado de avance del cáncer y de las características propias del paciente, se elige uno o una combinación de los siguientes tratamientos (NIH, 2023; Centro para el control y prevención de enfermedades [CDC], 2024),

- **Quimioterapia:** Tratamiento que consiste en administrar por vía oral o intravenosa, medicamentos contra el cáncer.
- **Cirugía:** Procedimiento médico en el que un cirujano retira el tejido con cáncer.
- **Inmunoterapia:** Tratamiento que utiliza medicamentos y sustancias con el objetivo de ayudar al sistema inmune del paciente a combatir el cáncer.
- **Radioterapia:** Tratamiento con radiación de alta intensidad para destruir a las células cancerosas.
- **Fototerapia/terapia fotodinámica:** Tratamiento en el que se administran medicamentos que se activan con la exposición a la luz.

- **Trasplante de células madre:** Tratamiento en el cual se reemplazan las células madre dañadas por las altas dosis de quimioterapia o radioterapia.

La quimioterapia es el tratamiento más utilizado actualmente y su efectividad es muy buena. Sin embargo, posee algunas desventajas ya que no es selectiva y ataca tanto células cancerosas como a células sanas (NIH, 2015; CDC, 2024). Otras limitantes de la quimioterapia son la administración ineficiente de medicamentos al tejido enfermo, la generación de resistencia hacia estos fármacos y los efectos secundarios en el cuerpo como la anemia, caída de cabello, cambios en el peso y desnutrición, fatiga, estreñimiento, cambios en la piel, edema, diarrea, náuseas y vómitos, pérdida de apetito y hematomas (Nichols y Bae, 2013; Yao *et al.*, 2020; Sun *et al.*, 2023). Todo lo anterior limita la dosis de medicamento que se puede administrar a los pacientes. Por lo anterior, encontrar alternativas para dirigir este tipo de medicamentos hacia las células cancerosas, sin afectar a las células sanas, sería de gran ayuda (Tenchov *et al.*, 2012). Una alternativa son los desarrollos nanotecnológicos que se utilizan para dirigir la quimioterapia hacia los tumores, aumentando su eficiencia, disminuyendo las dosis requeridas y los efectos secundarios (Shapira *et al.*, 2011).

¡La nanotecnología al rescate!

En las películas de ciencia ficción, libros y clubes de ciencia la “nanotecnología” se menciona como una estrategia para resolver múltiples problemas de la sociedad, pero ¿sabes qué es? El Instituto Internacional de Nanotecnología de la Universidad Northwestern nos lo explica, pero ¡alto ahí!, antes de eso debes saber qué es un nanómetro (nm), es una medida de longitud del sistema métrico. El prefijo “Nano” proviene del griego “nanos” que significa “enano” (Iniciativa nacional de nanotecnología [NNI], 2024; NIH, 2024). En la 14va conferencia de la unión internacional de química pura y aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) se adoptó este prefijo para definir a la milmillonésima parte de un metro o 10^{-9} . ¿Puedes imaginar esta medida 0.000000001 m?. Tanto el metro, que es la unidad base del sistema internacional de unidades (SI) como el nanómetro, son utilizados para medir cosas, pero lo hacen a diferentes escalas, los nanómetros ayudan a medir los átomos y moléculas (Uribe y Rodríguez-López, 2007). Pero ¿qué tan pequeño es eso? Te doy un ejemplo: un cabello de tu cabeza posee alrededor de 80,000 nanómetros de ancho. Otra forma de entenderlo es que un nanómetro es a una pelota de tenis lo que la pelota de tenis es al planeta tierra (Instituto internacional de nanotecnología [IIN], s.f.).

Ahora que conocemos lo que es un nanómetro, es más sencillo comprender la definición de nanotecnología. Ésta es una tecnología que manipula la materia a escala nanométrica. Esta manipulación nos permi-

te diseñar y obtener nuevas y diversas estructuras y materiales que pueden utilizarse para beneficio de la humanidad (INN, s.f.; Nichols y Bae, 2013). La nanotecnología no es algo nuevo, sus inicios datan de 1959 con el físico Richard Feynman, a partir de entonces ha ido desarrollándose exponencialmente sobre todo en la nanomedicina, la cual es una rama de la medicina que se enfoca en producir nanotransportadores de medicamentos dirigidos a un lugar específico del cuerpo, donde se localiza una enfermedad difícil de tratar. Uno de estos nanotransportadores son las nanopartículas (Uribe y Rodríguez-López, 2007; Yao *et al.*, 2020).

Inicia el viaje a bordo de las nanopartículas

Las nanopartículas son materiales de tamaños nanométricos que van desde 1 hasta 500 nm, aquí nos enfocaremos en hablar de su importancia en la nanomedicina (Clogston *et al.*, 2019; Yao *et al.*, 2020). En los últimos años se han realizado múltiples estudios con nanopartículas para transportar medicamentos en una matriz o material de transporte, lo cual representa una alternativa prometedora para la terapia contra el cáncer (Tenchov *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2023). Para lograrlo, es necesario considerar varias cosas como elegir adecuadamente el medicamento a transportar, seleccionar un material de transporte que sea compatible con el organismo (Tran *et al.*, 2020). Además, una ventaja de las nanopartículas es que pueden

diseñarse para que respondan a estímulos internos o externos y así evitar que el cuerpo las destruya (Figura 1).

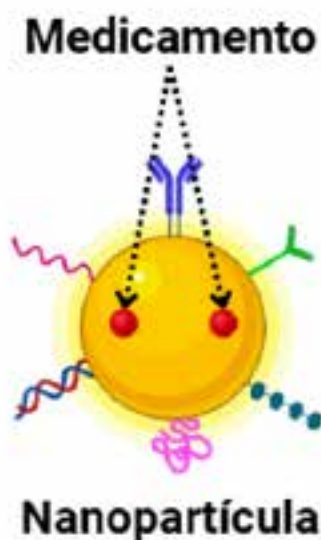


Figura 1. Nanopartícula con diferentes ligandos en su superficie y medicamento en su interior. (Creada con Biorender <https://biorender.com/>)

¿Cómo viajan las nanopartículas?

Una vez que se fabricaron las nanopartículas con las características deseadas y el medicamento elegido, se administran vía intravascular, es decir, se colocan dentro de los vasos sanguíneos del cuerpo humano (Nichols *et al.*, 2013). Las nanopartículas pueden dirigirse a las células cancerosas a través de dos vías; la orientación pasiva y la activa. La orientación pasiva se basa en la acumulación de las nanopartículas en el sitio del cáncer, logrando una concentración alta del medicamento, sin embargo, también se ha observado que se pueden concentrar en otros tejidos y órganos sanos, lo cual puede ser tóxico para ellos (Carita *et al.*, 2018; Ye-

tisgin *et al.*, 2020). Por otro lado, la orientación activa se basa en diseñar nanopartículas que contienen ligandos en su superficie, para que puedan unirse a unos receptores, así se les llama a las moléculas que están en la superficie de las células cancerosas como se observa en la figura 2. La unión entre moléculas afines entre sí, representa una gran ventaja al incrementar la selectividad de las nanopartículas hacia el tejido enfermo (Shi *et al.*, 2011; Baptista *et al.*, 2018).

¿Qué ocurre con las nanopartículas al llegar a su destino?

Vimos que el viaje inició con un diseño específico de las nanopartículas, después se inyectaron en el torrente sanguíneo para viajar hasta las células cancerosas, una vez en su sitio de destino, se requiere que ocurra una interacción ligando-receptor entre las moléculas superficiales de la nanopartícula y las de las células cancerosas, ¡imagina que es como un saludo de apretón de manos! Es importante saber que las células cancerosas contienen una sobreexpresión de receptores, es decir, hay una gran cantidad de estos, lo cual aumenta la probabilidad de interactuar con la nanopartícula, después ocurre un fenómeno llamado “endocitosis mediada por receptor”, que consiste en que la célula cancerosa absorba o internalice a las nanopartículas (Attia *et al.*, 2019; Prajapati *et al.*, 2024). Posteriormente, el medicamento se libera de la nanopartícula para dirigirse a un organelo de la célula cancerosa y llevar a cabo su mecanismo de acción, finalmente se produce la destrucción de la célula (Nichols *et al.*, 2013).

Ventajas de utilizar nanopartículas para combatir el cáncer

Como hemos descrito, los sistemas de administración de medicamentos basados en nanopartículas poseen diversas ventajas como dirigir el medicamento específicamente hacia las células cancerosas, aumento de la concentración del medicamento en el teji-

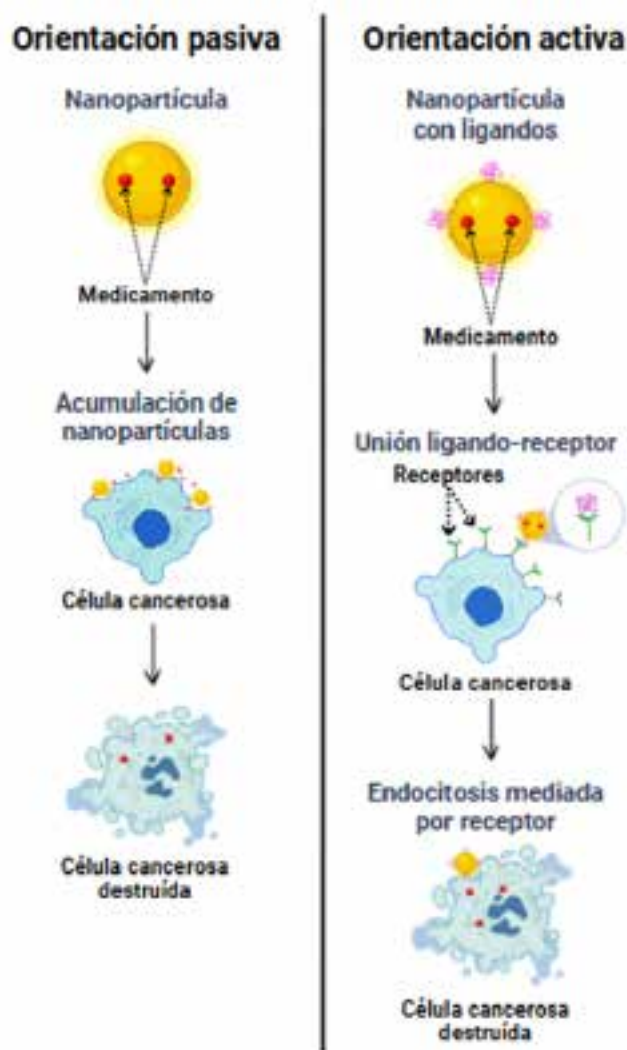


Figura 2. Orientación pasiva y activa de entrega de medicamentos anticancerígenos con nanopartículas. (Creada con Biorender).

do enfermo, reducción de los efectos adversos en el organismo y la resistencia a los tratamientos. Además, existen medicamentos que son poco solubles o insolubles en agua, por lo que las nanopartículas ayudan a entregarlos de forma eficiente en la circulación.

Si bien las nanopartículas nos ofrecen una esperanza en la lucha contra el cáncer, actualmente existen pocas nanoterapias aprobadas por la administración de alimentos y medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés), debido a las limitaciones que aún persisten como el tipo y avance del cáncer, así como la dificultad de experimentar en animales y seres humanos y también la complejidad de cada organismo, por ello es muy importante continuar avanzando en la comprensión de las nanopartículas y su interacción con los tejidos biológicos, particularmente los enfermos.

Referencias

- Attia, M. F., Anton, N., Wallyn, J., Omran, Z., & Vandamme, T. F. (2019). An overview of active and passive targeting strategies to improve the nanocarriers efficiency to tumour sites. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 71(8), 1185-1198. doi: 10.1111/jphp.13098.
- Baptista, PV, McCusker, MP, Carvalho, A., Ferreira, DA, Mohan, NM, Martins, M. y Fernandes, AR (2018). Nanoestrategias para combatir las bacterias resistentes a múltiples fármacos: "Una batalla de titanes". *Frontiers in microbiology*, 9, 1441. doi.org/10.3389/fmicb.2018.01441
- Carita, A. C., Eloy, J. O., Chorilli, M., Lee, R. J., & Leonardi, G. R. (2018). Recent advances and perspectives in liposomes for cutaneous drug delivery. *Current medicinal chemistry*, 25(5), 606-635. doi: 10.2174/0929867324666171009120154
- Centro nacional para la información biotecnológica. (2007). Factores de riesgo del cáncer. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK195369/>
- Clogston JD, Hackley VA, Prina-Mello A, Puri S, Sonzini S, Soo PL. (2019). Sizing up the Next Generation of Nanomedicines. *Pharm Res*. Dec 11;37(1):6. doi: 10.1007/s11095-019-2736-y.
- El fondo mundial para la investigación internacional del cáncer. (S.f.). Datos sobre el cáncer a nivel mundial. <https://www.wcrf.org/cancer-trends/worldwide-cancer-data/>
- Iniciativa nacional de nanotecnología. (s.f.). ¿Qué tiene de especial "nano"? <https://www.nano.gov/about-nanotechnology/what-is-so-special-about-nano#:~:text=At%20the%20nanoscale%2C%20properties%20such,that%20occur%20at%20the%20nanoscale.>
- Instituto nacional del cáncer. (2015). Factores de riesgo de cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo.>
- Instituto nacional del cáncer. (2021). ¿Qué es el cáncer? <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es#definicion-del-cancer.>
- Instituto nacional del cáncer. (s.f.). Tipos de tratamiento. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/tipos>
- Kaymaz, S. V., Nobar, H. M., Sarigül, H., Soylukan, C., Akyüz, L., & Yüce, M. (2023). Nanomaterial surface modification toolkit: Principles, components, recipes, and applications. *Advances in Colloid and Interface Science*, 322, 103035.
- Nanowerk. (s.f.). Explorando el nanómetro en la ciencia y tecnología. <https://www.nanowerk.com/nanotechnology-glossary/nanometer.php>.
- Nichols, J. W., & Bae, Y. H. (2012). Odyssey of a cancer nanoparticle: from injection site to site of action. *Nano today*, 7(6), 606-618.
- Prajapati, A., Rangra, S., Patil, R., Desai, N., Jyothi, V. G. S., Salave, S., ... & Kommineni, N. (2024). Receptor-Targeted Nanomedicine for Cancer Therapy. *Receptors*, 3(3), 323-361.
- Secretaría de educación pública. (2022). Epidemiología del cáncer de mama. <https://www.gob.mx/sep/articulos/dia-mundial-contra-el-cancer-de-mama>.
- Shapira, A., Livney, Y. D., Broxterman, H. J., & Assaraf, Y. G. (2011). Nanomedicine for targeted cancer therapy: towards the overcoming of drug resistance. *Drug resistance updates*, 14(3), 150-163.

- Shi, J., Xiao, Z., Kamaly, N. y Farokhzad, OC (2011). Nanopartículas dirigidas autoensambladas: evolución de las tecnologías y traducción del laboratorio a la práctica clínica. *ACC Chem. Res.* 44, 1123–1134. doi: 10.1021/ar200054n.
- Sociedad española de oncología médica. (2019). ¿Qué es el cáncer y cómo se desarrolla? <https://seom.org/informacion-sobre-el-cancer/que-es-el-cancer-y-como-se-desarrolla>.
- Sun, L., Liu, H., Ye, Y. et al. (2023). Smart nanoparticles for cancer therapy. *Sig Transduct Target Ther* 8, 418 <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01642-x>.
- Tenchov, R., Bird, R., Curtze, AE y Zhou, (2021). Nanopartículas lipídicas: desde los liposomas hasta la administración de vacunas de ARNm, un panorama de diversidad y avances en la investigación. *ACS Nano* 15, 16982–17015
- Tran, P., Lee, S. E., Kim, D. H., Pyo, Y. C., & Park, J. S. (2020). Recent advances of nanotechnology for the delivery of anticancer drugs for breast cancer treatment. *Journal of Pharmaceutical Investigation*, 50, 261-270.
- Yao, Y., Zhou, Y., Liu, L., Xu, Y., Chen, Q., Wang, Y., ... & Shao, A. (2020). Nanoparticle-based drug delivery in cancer therapy and its role in overcoming drug resistance. *Frontiers in molecular biosciences*, 7, 193.
- Yetisgin, A. A., Cetinel, S., Zuvun, M., Kosar, A., & Kutlu, O. (2020). Therapeutic nanoparticles and their targeted delivery applications. *Molecules*, 25(9), 2193.

M.C. Giovanna Sandoval Larios. Estudiante de doctorado en el laboratorio de función y funcionalidad de proteínas y glicanos, en la coordinación de ciencia de los alimentos del Centro de Investigación en alimentación y Desarrollo, unidad Hermosillo.

Email: gsandoval223@estudiantes.ciad.mx



MICROBIOTA:

JUNTOS EN LA SALUD, LA LOCURA Y LA ENFERMEDAD...
¡HASTA QUE LA DISBIOSIS NOS SEPARE!

Santiago Cristóbal Sigrist Flores, Jessica
Edith Rodríguez Rodríguez, Itzell Alejandrina
Gallardo Ortiz

RESUMEN

La microbiota humana está formada por billones de microorganismos que habitan en nuestro cuerpo, superando incluso el número de nuestras propias células. Este ecosistema microbiano, especialmente el intestinal, desempeña funciones vitales para la salud: facilita la digestión, participa en la producción de vitaminas, modula el sistema inmuno-lógico y está conectado con el cerebro a través del eje intestino-cerebro.

El artículo, en tono divulgativo, compara la microbiota con un “órgano invisible” que influye tanto en el cuerpo como en las emociones, destacando cómo una microbiota diversa y bien cuidada puede mejorar la salud física y el bienestar emocional. Además, resalta la influencia de la genética, el entorno, el estilo de vida y las relaciones sociales en su composición. Finalmente, invita a adoptar hábitos saludables que nutran a estos “pequeños inquilinos” para vivir en equilibrio, felicidad y salud. El objetivo es divulgar de forma clara y accesible el papel fundamental de la microbiota intestinal en la salud física y mental, así como concientizar sobre los factores que favorecen o alteran su equilibrio, promoviendo el autocuidado a través de decisiones cotidianas informadas.

Palabras clave: microbiota, salud intestinal, eubiosis, disbiosis, eje intestino-cerebro

¿Sabías que en tu cuerpo hay más bacterias que células humanas? ¡Sí, has leído bien! Prepárate para conocer a tus inquilinos que están organizando una fiesta en tu intestino. Para ponerlo en perspectiva, se estima que el cuerpo humano tiene alrededor de 3 billones de células. ¡Eso es un montón! Pero aquí viene la sorpresa: se calcula que hay entre 38 billones de bacterias viviendo en tu microbiota (Sender *et al.*, 2016). ¡Eso significa que tienes más bacterias que células! Tu intestino es un hotel lleno de huéspedes diminutos que nunca se van.

¿Quiénes son estos inquilinos?

La mayoría de las veces, esos huéspedes no son molestos y desordenados, la microbiota es un conjunto diverso de microorganismos que incluye bacterias, virus, hongos y parásitos y la mayoría de ellos son amigables. De hecho ¡son tus mejores amigos!, ellos se encargan de tareas muy importantes como ayudar a digerir la comida, producir vitaminas y mantener a raya a los patógenos.

Los microorganismos que componen nuestra microbiota pueden clasificarse en tres grupos según su comportamiento (del Campo *et al.*, 2020):

- **Comensales:** Estas bacterias viven en nuestro cuerpo sin causar daño. Se benefician del ambiente que les proporcionamos y, a su vez, nos ayudan en la digestión y en la producción de nutrientes.
- **Mutualistas:** Este grupo no solo vive en nuestro cuerpo, sino que también realiza funciones beneficiosas para nosotros.

Por ejemplo, ayudan a descomponer los alimentos y producen ácidos grasos de cadena corta, esenciales para la salud del intestino.

- **Patógenos:** Aunque la mayoría de los microorganismos son benéficos, algunos pueden causar infecciones y enfermedades y estos son los patógenos. Sin embargo, en un intestino sano y equilibrado, estos microorganismos patógenos son mantenidos bajo control por los otros miembros de la microbiota que son beneficiosos.

Desde el nacimiento, existe una relación simbiótica entre la microbiota y nuestras células que evoluciona con el tiempo. Esta relación es tan estrecha que algunos investigadores consideran a la microbiota como un “órgano” adicional que influye en nuestra salud y bienestar general. La microbiota tiene la capacidad de adaptarse a cambios en la dieta y el entorno, lo que le permite mantener su equilibrio, conocido como eubiosis. Sin embargo, factores como el uso excesivo de antibióticos o una dieta poco saludable pueden llevar a un estado de desequilibrio llamado disbiosis, que puede conducir a problemas de salud (del Campo-Moreno *et al.*, 2018).

¡La diversidad que te hace brillar!

El intestino humano alberga el ecosistema microbiano más complejo y diverso de nuestro cuerpo ¡Es una fiesta de bacterias que nunca termina! Se estima que hay más de 3000 especies diferentes de bacterias en

él y cada persona tiene un perfil único de microbiota (Leviatan *et al.*, 2022). Así que, si alguna vez te has preguntado por qué tu amigo siempre está feliz y tú no, ¡la respuesta podría estar en su microbiota!

Imagínate que tu intestino es un jardín, si solo plantas un tipo de flor, el jardín se verá monótono y vulnerable a plagas pero si tienes una variedad de plantas, tu jardín será más resistente y vibrante. Lo mismo ocurre con la microbiota: una mayor diversidad de bacterias puede ayudar a mantener un equilibrio saludable y a protegernos de enfermedades.

Existen varios factores que pueden modificar la diversidad de tu microbiota (Figura 1):

- **Genética:** Desde el momento en que nacemos, nuestra microbiota comienza a formarse y la herencia juega un papel importante en qué tipo de microorganismos se establecen en nuestro intestino. Así que, si tus padres tenían una microbiota diversa, ¡puedes tener una buena base para empezar!
- **Dieta:** Aquí es donde realmente tú puedes hacer magia. Una dieta rica en frutas, verduras, granos enteros y alimentos fermentados (como yogurt, tepache, pulque y chucrut) puede ayudar a fomentar una microbiota diversa y saludable. Por otro lado, una dieta rica en azúcares y alimentos procesados puede hacer que tus bacterias se sientan estresadas y que se pierda diversidad.
- **Estilo de vida:** Tu estilo de vida, incluyendo tanto la dieta como el ejercicio, también influyen en la diversidad de tu microbiota, ¡así es!, mantenerse activo no solo es bueno para tus músculos, sino también para tu microbiota. El ejercicio regular puede aumentar la diversidad microbiana, es como si llevaras a tus bacterias a un gimnasio, donde pueden hacer “sentadillas” y “flexiones” para volverse más fuertes. Además, el ejercicio puede ayudar a reducir el estrés, lo que también beneficia a tu microbiota.
- **Entorno:** El lugar donde vives y la cantidad de antibióticos que consumes también juegan un papel crucial. Las personas que crecen en entornos rurales tienden a tener una microbiota más diversa que aquellas que crecen en entornos urbanos. Esto se debe a que están expuestas a una mayor variedad de microorganismos desde una edad temprana y por supuesto, el consumo indiscriminado de antibióticos, no ayuda a la diversidad de tus inquilinos microbianos.

Entonces, la diversidad de tu microbiota no es solo un regalo de la genética, sino que también depende de lo que comes, de cuánto te mueves y del entorno en el que vives (da Silva *et al.*, 2023; Graf *et al.*, 2015). ¡Dale a tu cuerpo y a tu intestino el amor que se merecen!



Figura 1. Factores que pueden modificar la diversidad de tu microbiota (Imagen creadas en DALL-e de ChatGPT)

¿Cómo es que tu microbiota mantiene tu salud ?

Tu microbiota está muy lejos de ser solo un grupo de inquilinos pasivos; es como una gran familia que trabaja en equipo para cuidar de nuestra salud. Estas comunidades microbianas desempeñan funciones vitales (Jandhyala, 2015):

- **Digestión:** Ayudan a descomponer alimentos que nuestro cuerpo no puede procesar por sí solo, como ciertas fibras. Esto no solo facilita la absorción de nutrientes, sino que también produce compuestos beneficiosos para nuestras células intestinales.

- **Sistema inmunológico:** La microbiota interactúa constantemente con nuestro sistema inmunológico, ayudando a entrenar nuestras defensas y mantener un equilibrio saludable. Un intestino bien poblado de bacterias beneficiosas puede prevenir infecciones y enfermedades autoinmunes.
- **Producción de vitaminas:** Algunas bacterias son capaces de sintetizar vitaminas, como la vitamina K y ciertas vitaminas del complejo B, que son cruciales para diversas funciones metabólicas en el cuerpo.

Una microbiota diversa está relacionada con una serie de beneficios para la salud; reduce el riesgo de enfermedades como la obesidad, la diabetes tipo 2, enfermedades

inflamatorias intestinales y trastornos de salud mental como depresión, ansiedad y enfermedades neurodegenerativas. Una microbiota saludable puede influir en tu estado de ánimo y bienestar general (Hou *et al.*, 2022). Así que, si quieres ser más feliz y saludable, ¡cultivar una microbiota diversa debería estar en tu lista de prioridades!

¿Mal humor? ¡Tus bacterias necesitan terapia de grupo!

¿Alguna vez te has preguntado por qué a veces te sientes feliz y otras veces un poco más gruñón? ¡La respuesta podría estar en tu intestino! ¡Sí! La microbiota, también tiene un papel sorprendente en nuestro comportamiento y estado de ánimo. ¡Es como si tu intestino tuviera su propia personalidad!

Te explico cómo funciona el dúo dinámico “cerebro y microbiota”, esta conexión se conoce como el eje intestino-cerebro, que funciona como una autopista que permite a tus bacterias intestinales enviar señales a tu cerebro y viceversa. Así que, cuando te sientes ansioso o triste, podría ser que tus inquietos estén teniendo un mal día y no estén enviando las mejores vibras. Por ejemplo, se ha encontrado que las personas que sufren de fobia social presentan una composición diferente de su microbiota en comparación con aquellas que no padecen este trastorno (Butler *et al.*, 2023). Esto sugiere que la forma en que procesamos las relaciones sociales podría estar influenciada por nuestros inquietos intestinales (Figura 2).



Figura 2. El eje intestino-cerebro representa la conexión bidireccional entre el intestino y el cerebro (Imagen creada en DALL-e de ChatGPT)

También compartimos microorganismos a través de nuestras interacciones sociales, un estudio reveló que cuanto más tiempo pasamos con alguien, más bacterias bucales compartimos. Esto significa que no solo compartimos risas y secretos, ¡sino también un poco de nuestra microbiota! Este intercambio puede enriquecer nuestra microbiota oral, lo que podría tener beneficios para la salud (Sarkar *et al.*, 2024). Al igual, el entorno en el que vivimos también juega un papel crucial en la composición de nuestra microbiota. Las personas que conviven en el mismo hogar tienden a compartir más microorganismos. Esto significa que

nuestras relaciones más cercanas, como las de pareja, familiares o roomies, pueden influir en la diversidad de nuestras bacterias (Paudel *et al.*, 2022).

Pero... ¿cómo lo hacen?

Los microorganismos intestinales son unos verdaderos genios en la producción de sustancias químicas que pueden influir en nuestro estado de ánimo y comportamiento. Estas pequeñas son capaces de crear una variedad de compuestos que tienen un impacto directo en cómo nos sentimos. ¡Es como si tu intestino tuviera su propia fábrica de sustancias de la felicidad!

Uno de los principales productos de esta fábrica son los neurotransmisores, sustancias químicas que transmiten señales en el cerebro. Por ejemplo, se ha descubierto que alrededor del 95% de la serotonina, el neurotransmisor conocido como la “hormona de la felicidad”, se produce en el intestino. ¡Así que, si alguna vez te sientes un poco bajoneado, podrías culpar a tus bacterias! Además, las bacterias intestinales también producen ácidos grasos de cadena corta (AGCC), compuestos que se generan cuando las bacterias fermentan fibras en los alimentos. Estos AGCC no solo son importantes para la salud intestinal, sino que también pueden influir en la función cerebral (Appleton, 2018). ¡Es como si tus bacterias estuvieran enviando un reporte constante a tu cerebro para informar como se están!

Otro dato interesante, el estrés puede afectar la composición de nuestra microbiota; cuando estamos estresados, nuestras

bacterias pueden volverse un poco rebeldes y alterar la producción de neurotransmisores y AGCC. Esto puede llevar a la producción de una hormona llamada cortisol, que tiene funciones importantes, como aumentar los niveles de azúcar en la sangre para proporcionar energía y reducir la inflamación. Sin embargo, un exceso de cortisol puede alterar el equilibrio de nuestras bacterias intestinales, reduciendo su diversidad y permitiendo que algunas bacterias beneficiosas desaparezcan, de esta manera tus bacterias afectan tu estado de ánimo, lo que a su vez puede aumentar el estrés.

La buena noticia es que puedes influir en la felicidad de tus bacterias a través de tu dieta (Figura 3). Alimentos ricos en fibra, como frutas, verduras y granos enteros, son como un *buffet* de lujo para ellas. Cuanto mejor alimentos a tus inquilinos intestinales, más felices y productivos serán. Y recuerda, una microbiota feliz significa un tú más feliz. Así que dale a tus bacterias lo que se merecen y disfruta de los beneficios.



Figura 3. Microbiota del intestino (Imagen creada en DALL-e de ChatGPT)

Así concluye nuestro viaje por el mundo de la microbiota. ¿Quién diría que esos pequeños inquilinos tienen tanto impacto en nuestra vida? Desde la digestión hasta el estado de ánimo, están siempre trabajando en equipo. Así que, la próxima vez que estés en el supermercado, recuerda que una microbiota feliz es sinónimo de un intestino contento y una mente en paz ¡Salud por ellas!

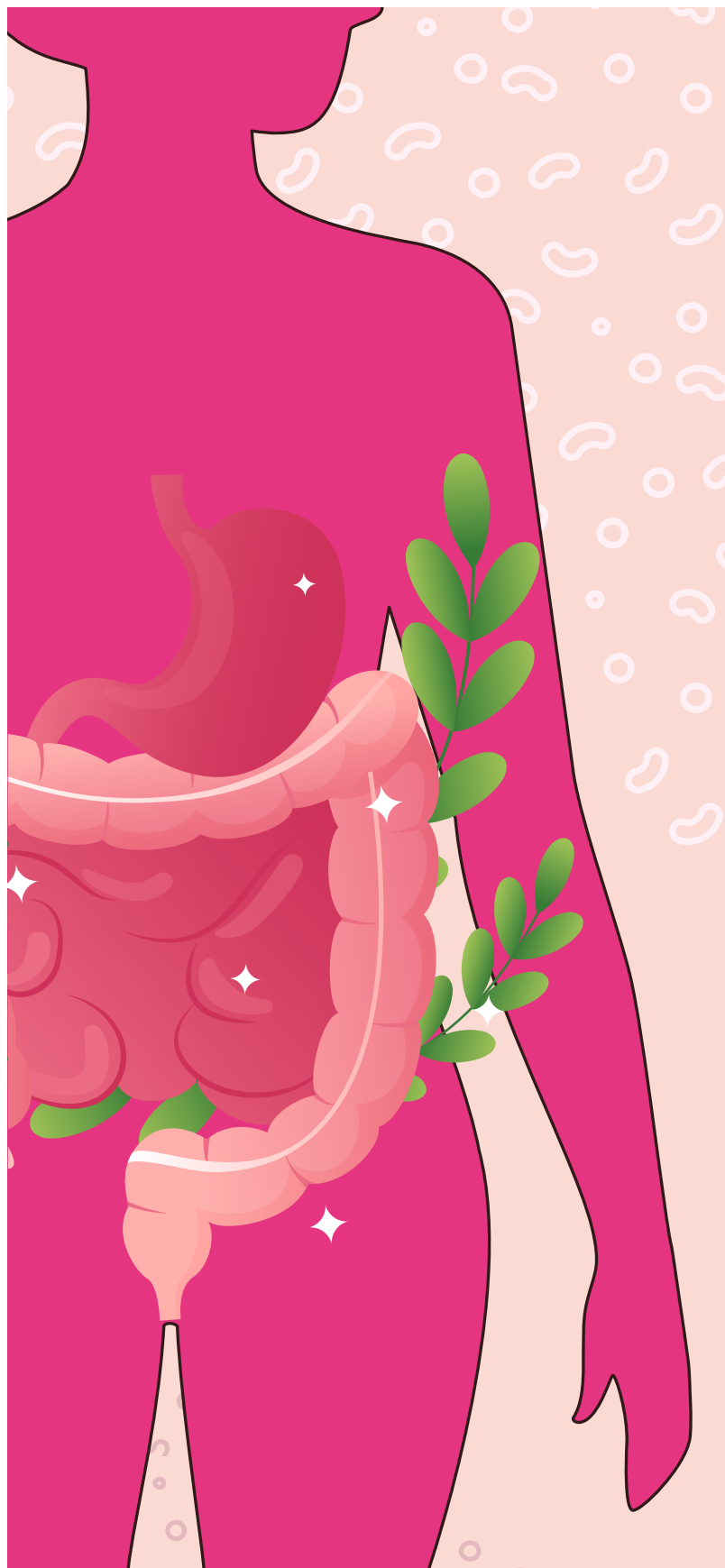
Referencias

- Appleton, J. (2018). The Gut-Brain Axis: Influence of Microbiota on Mood and Mental Health. *Integrative Medicine (Encinitas, Calif.)*, 17(4), 28–32.
- Butler, M. I., Bastiaanssen, T. F. S., Long-Smith, C., Morkl, S., Berding, K., Ritz, N. L., Strain, C., Pantangia, D., Patel, S., Stanton, C., O'Mahony, S. M., Cryan, J. F., Clarke, G., & Dinan, T. G. (2023). The gut microbiome in social anxiety disorder: evidence of altered composition and function. *Translational Psychiatry*, 13(1), 95. <https://doi.org/10.1038/s41398-023-02325-5>
- da Silva, E. M., Alves, R. W., Doretto-Silva, L., & Andrade-Oliveira, V. (2023). Cross-Talk Between Gut Microbiota and Immune Cells and Its Impact on Inflammatory Diseases (pp. 139–162). https://doi.org/10.1007/978-981-19-8342-9_8
- del Campo-Moreno, R., Alarcón-Cavero, T., D'Auria, G., Delgado-Palacio, S., & Ferrer-Martínez, M. (2018). Microbiota en la salud humana: técnicas de caracterización y transferencia. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 36(4), 241–245. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2017.02.007>
- del Campo, J., Bass, D., & Keeling, P. J. (2020). The eukaryome: Diversity and role of microeukaryotic organisms associated with animal hosts. *Functional Ecology*, 34(10), 2045–2054. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13490>
- Graf, D., Di Cagno, R., Fåk, F., Flint, H. J., Nyman, M., Saarela, M., & Watzl, B. (2015). Contribution of diet to the composition of the human gut microbiota. *Microbial Ecology in Health & Disease*, 26(0). <https://doi.org/10.3402/mehd.v26.26164>
- Hou, K., Wu, Z.-X., Chen, X.-Y., Wang, J.-Q., Zhang, D., Xiao, C., Zhu, D., Koya, J. B., Wei, L., Li, J., & Chen, Z.-S. (2022). Microbiota in health and diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1), 135. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00974-4>
- Jandhyala, S. M. (2015). Role of the normal gut microbiota. *World Journal of Gastroenterology*, 21(29), 8787. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i29.8787>
- Leviatan, S., Shoer, S., Rothschild, D., Gorodetski, M., & Segal, E. (2022). An expanded reference map of the human gut microbiome reveals hundreds of previously unknown species. *Nature Communications*, 13(1), 3863. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31502-1>
- Paudel, D., Uehara, O., Giri, S., Yoshida, K., Morikawa, T., Kitagawa, T., Matsuoka, H., Miura, H., Toyofuku, A., Kuramitsu, Y., Ohta, T., Kobayashi, M., & Abiko, Y. (2022). Effect of psychological stress on the oral-gut microbiota and the potential oral-gut-brain axis. *Japanese Dental Science Review*, 58, 365–375. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2022.11.003>
- Sarkar, A., McInroy, C. J. A., Harty, S., Raulo, A., Ibat, N. G. O., Valles-Colomer, M., Johnson, K. V.-A., Brito, I. L., Henrich, J., Archie, E. A., Barreiro, L. B., Gazzaniga, F. S., Finlay, B. B., Koonin, E. V., Carmody, R. N., & Moeller, A. H. (2024). Microbial transmission in the social microbiome and host health and disease. *Cell*, 187(1), 17–43. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.12.014>
- Sender, R., Fuchs, S., & Milo, R. (2016). Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body. *PLOS Biology*, 14(8), e1002533. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002533>

Santiago Cristóbal Sigrist Flores. Técnico académico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Maestría y Doctorado en Biología experimental. Línea de investigación principal se centra en el Inmunometabolismo, explorando las interacciones entre ambos sistemas y su relación con el síndrome metabólico, obesidad y diabetes tipo 2. Ha realizado Estudios de nutrigenómica con *Drosophila melanogaster*, contribuyendo con valiosas perspectivas en la interacción entre alimentación, salud y enfermedad, y el papel de la nutrigenómica en la comprensión de cómo los nutrientes afectan la expresión genética y la respuesta metabólica, su trabajo ha sido publicado en revistas internacionales con factor de impacto. Correo electrónico: santiago_sigrist@iztacala.unam.mx

Jessica Edith Rodríguez Rodríguez. Farmacóloga con especialidad en Farmacología Cardiovascular. Profesora de asignatura de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Maestra en Farmacología y Doctora en Investigación en Medicina con especialidad de Farmacología Cardiovascular, con 2 estancias posdoctorales, una en la FES Iztacala y otra en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Investigadora Nacional nivel 1 (SNI 1). Realiza investigación enfocada en el estudio de las causas que generan la hipertensión y la insuficiencia cardíaca en modelos animales, para contribuir con el diseño y desarrollo de algunos fármacos para el tratamiento de estas enfermedades, su trabajo ha sido publicado en revistas internacionales con factor de impacto. Email: jessica.rodriguez@zaragoza.unam.mx

Itzell A. Gallardo Ortiz. Profesora de Carrera Titular de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, M. en C. en Farmacología y Doctora en Ciencias en Investigación en Medicina. Líneas de investigación: Participación de receptores alfa-adrenérgicos y Sistema Renina-Angiotensina (SRA) en el desarrollo de la hipertensión arterial, hipertrofia vascular y cardíaca, envejecimiento y alteraciones metabólicas. Participación del SRA en alteraciones psiquiátricas. Evaluación de síndrome metabólico en estudiantes universitarios. Investigadora Nacional nivel 2 (SIN 2). Su trabajo ha sido publicado en revistas internacionales con factor de impacto. Email: igallardo@comunidad.unam.mx



Aspergillus niger, ¿un microorganismo destructor o creador?

Maria Fernanda Vargas
Torrico, Erich von Borries
Medrano, Guadalupe
Stefanny Aguilar Moreno,
Rocio Alejandra Mata
Villanueva

RESUMEN

El género *Aspergillus*, descrito por primera vez en 1729, agrupa a más de 800 especies de hongos filamentosos, entre ellas *Aspergillus niger*. Esta especie es conocida tanto por su capacidad destructiva como por su versatilidad biotecnológica. Como patógeno, *A. niger* causa el moho negro en frutas y cultivos, deteriora materiales como papel, madera y textiles, y genera micotoxinas potencialmente dañinas para la salud humana. Su propagación se favorece en condiciones de baja humedad y puede ser detectado por signos visibles y olor a humedad. No obstante, *A. niger* también ha sido aprovechado industrialmente como una "fábrica celular" para la producción de compuestos de alto valor agregado, como enzimas, proteínas y ácidos orgánicos (ácido cítrico, glucónico y kójico, entre otros). Reconocido como seguro por la FDA, este hongo se emplea en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. En años recientes, han surgido tecnologías de control fúngico más eficientes, incluyendo recubrimientos poliméricos y nanotecnología. Esta dualidad de *A. niger* como agente destructivo y productor útil refleja su complejidad y relevancia científica, haciendo de este microorganismo un objeto de estudio clave para la ciencia de los alimentos, la microbiología y la biotecnología industrial. Este artículo tiene como objetivo analizar el papel dual de *Aspergillus niger* como agente de deterioro en alimentos y materiales, y como microorganismo clave en procesos biotecnológicos para la producción de compuestos de interés industrial y farmacéutico.

Palabras clave: *Aspergillus niger*, moho negro, micotoxinas, antifúngicos, fermentación, microorganismos industriales.

Introducción

En 1729, un sacerdote-micólogo florentino, describió por primera vez el género *Aspergillus*. Le dio ese nombre porque las características de la estructura portadora de esporas del género se parecían a un *Aspergillum*, dispositivo utilizado por la iglesia católica para rociar agua bendita. *Aspergillus* es un género con alrededor de 837 especies, y son conocidas como los hongos más abundantes en el mundo junto con *Fusarium spp.* y *Penicillium spp.*

El *Aspergillus* es un microorganismo saprófito; es decir, necesita de otro organismo para crecer y alimentarse. Este hongo se encuentra en el medio, y crece especialmente en ambientes con baja humedad, aunque puede crecer en distintos ambientes y, por tanto, es un hongo agresivo que causa deterioro acelerado en cultivos pre y poscosecha. Las especies más conocidas de este hongo son *A. niger*, *A. flavus*, *A. terreus* y *A. fumigatus*.

Aspergillus poseen una estructura filamentosa formada por cadenas de células llamadas hifas, donde sobresalen extremidades conocidas como conidióforos y una cabeza localizada en el extremo de cada conidióforo conformada por una vesícula, filídes y conidios (Figura 1). Sus conidios se producen en cantidades elevadas; se reporta que una colonia puede producir hasta mil millones de esporas por m² (Figura 2). La germinación de las esporas está influenciada por sus características y por las condiciones ambientales, como la luz, el pH, el dióxido de carbono, el agua y los nutrientes disponibles. No obstante, en un estudio reciente se demostró que el *A. clavatus* y *A. nidulans* pueden germinar en agua purificada; es decir, estas especies no necesitan nutrientes para iniciar su germinación (Ijadpanahsaravi & Wösten, 2024).

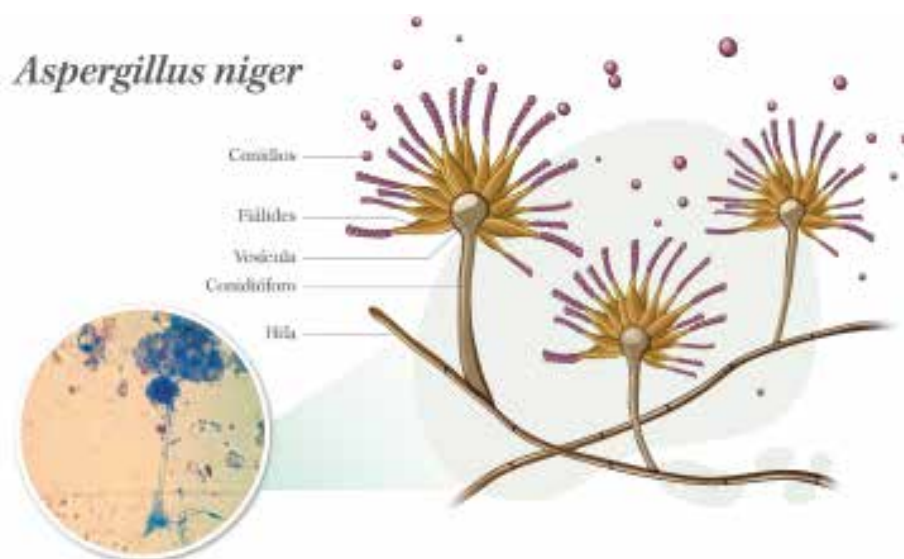


Figura 1. Microestructura de *Aspergillus niger* observada mediante microscopía óptica. Cepas aisladas de frutos de fresa en estado de descomposición en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma de Chapingo.



Figura 2. Cepas de *Aspergillus niger* aisladas de fresas en estado de deterioro antes de ser utilizadas para la producción de ácido cítrico.

Las especies de *Aspergillus* producen importantes micotoxinas, en particular aflatoxinas, que son compuestos tóxicos -generados principalmente por *A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. carbonarius* y *A. niger* (aunque este último es de mucha menor importancia). En grandes cantidades, estos pueden provocar enfermedades en humanos, como la **aspergilosis invasiva**: enfermedad muy grave y potencialmente mortal, especialmente en pacientes inmunocomprometidos; las esporas del *Aspergillus* se alojan en los pulmones ocasionando obstrucción pulmonar, acompañado de fiebre y malestar. Este tipo de enfermedades se detectan mediante análisis de medio de cultivo y se tratan con antifúngicos. La presencia de micotoxinas en un alimento indica que, en alguna etapa de la producción o procesamiento, las condiciones fueron favorables para el crecimiento de un hongo; es decir, es un alimento contaminado que debe ser desechado. De ahí la importancia de la correcta desinfección de alimentos, específicamente de frutas y hortalizas, antes de su consumo.

Existen alimentos como el cacahuate, almendras, pistachos, nueces, avellanas, café, cacao, higos secos, semillas y granos en general que son fácilmente susceptibles a la infección por *Aspergillus*, lo cual puede provocar la presencia de micotoxinas, aflatoxinas y ocratoxina A. Estos alimentos pueden causar intoxicación alimentaria dependiendo de la cantidad de consumo, por lo que se deben desechar. Una manera de detectar alimentos con infecciones fúngicas es observar la presencia de telarañas algodonosas blancas y verdes, puntos negros y olor a humedad (Taniwaki *et al.*, 2018).

Por otro lado, el *Aspergillus* es considerado un sistema de expresión de proteínas y enzimas para la industria alimentaria y farmacéutica. Se puede aprovechar en una gama amplia de materiales de biomasa de rápida producción. Algunas especies, como *A. nidulans*, *A. niger* y *A. oryzae*, son reconocidas como seguras por la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA, por sus siglas en inglés), y cumplen con los requisitos de seguridad humana para la producción industrial. *A. oryzae* y *A. sojae* se utilizan en la fermentación para producir salsa de soja y miso. Además, *A. niger* y *A. oryzae* se utilizan ampliamente como fábricas de células para la producción de enzimas, como las amilasas, y moléculas pequeñas, como el ácido cítrico, que se utilizan en la producción de alimentos.

Aspergillus niger destructor de cultivos y otros materiales

A. niger es un hongo fitopatógeno que provoca la enfermedad del “moho negro” en plantas y productos hortofrutícolas en estado de pre y poscosecha. La manera en la cual se genera la enfermedad implica el debilitamiento del hospedante (planta o alimento) mediante la absorción continua de nutrientes de sus células por parte del patógeno para su propio beneficio. Además, el metabolismo del hospedante se ve alterado por la secreción de toxinas y micotoxinas, así como por el bloqueo del desarrollo de nutrientes, minerales y agua a través de los tejidos.

La forma de propagación del *A. niger* se lleva a cabo a través de la inoculación (proceso por el cual un fitopatógeno y un hospedante entran en contacto). Una de las formas más comunes de inoculación de *A. niger* es a través de heridas y de aberturas naturales. Este hongo se puede reproducir a través de la hibernación del micelio en los tejidos infectados o como esporas en la superficie infectada. *A. niger* suele infectar cosechas de semillas en sus hojas y frutos rojos, atacando directamente la carnosidad del fruto. Este tipo de hongo actúa en condiciones de baja humedad, donde no hay agua libre disponible (Agrios & Guzmán-Ortíz, 1985).

Las infecciones por *A. niger* generan un impacto negativo en distintos sectores debido a su alto poder de biodeterioro (definido como cualquier cambio no deseado en las propiedades de un material causado por la actividad de organismos vitales). En una revisión bibliográfica reciente señalan que las esporas del *Aspergillus*, en especial del *A. niger*, pueden provocar biodeterioro en materiales de madera, papel, pinturas, textiles, audiovisuales y vidrios. Las especies de *Aspergillus* son productoras de muchas enzimas extracelulares dirigidas a diferentes sustratos, como celulasas que hidrolizan la celulosa (degradación del papel), amilasas que hidrolizan la amilasa (descomposición del almidón), proteasas que hidrolizan proteínas (descomposición del cuero), pectinasas que catalizan la hidrólisis de sustancias pécticas, ligninasas que hidrolizan la lignina (deterioro de la madera), quitinasas que degradan polímeros de N-acetilglucosamina (quitina), entre muchas otras (Romero *et al.*, 2021).

El proceso higiénico-sanitario utilizado comúnmente en alimentos es la desinfección con hipocloritos o desinfectantes clorados, amonios cuaternarios, alcoholes y glutaraldehídos. Para materiales inertes, el tratamiento antifúngico convencional consiste en la eliminación mecánica de los cuerpos fúngicos, la desinfección con fungicidas y la eliminación de las decoloraciones de los objetos. En los últimos años, los investigadores han desarrollado métodos de limpieza y desinfección selectivos y menos invasivos, tanto para alimentos como para otros materiales. Entre estas técnicas se pueden mencionar la irradiación UV, microondas, tratamientos con altas y bajas temperaturas, campos electromagnéticos y tratamientos osmóticos. Asimismo, se ha explorado la combinación de estas técnicas con nanotecnología para encapsular compuestos antimicrobianos, como los aceites esenciales, extractos naturales, nitamicina, lactoperoxidasa, carbendazima, plata, cobre, dióxido de titanio u óxido de zinc, los cuales presentan características biocidas (Nguyen-Van Long *et al.*, 2016). De igual manera, se pueden mencionar investigaciones recientes sobre la capacidad antifúngica de recubrimientos poliméricos, que han demostrado una alta eficacia para desacelerar el crecimiento de *A. niger* en fresas mediante la aplicación de extractos naturales obtenidos de residuos de aguacate y coco (Vargas-Torrico *et al.*, 2022).

Algunas enfermedades, como la del “moho negro”, se pueden controlar casi por completo mediante cualquiera de los métodos mencionados, lo cual puede reducir significativamente las pérdidas financieras en el sector agrícola.

Aspergillus niger creador y productor

A. niger es uno de los microorganismos más importantes en la biotecnología, ya que desempeña un papel importante en el ciclo global del carbono. Con el tiempo, los biotecnólogos han convertido a *A. niger* en una fábrica de células multiuso para la producción de enzimas extracelulares y como principal productor de ácido cítrico, ácido glucónico, ácido málico, ácido oxálico, ácido itacónico, ácido kójico, proteínas secretadas, y enzimas como glucoamilasa, galactosidasa y fitasa, entre otras.

La producción de ácido cítrico con *A. niger*, como modelo de fermentación cítrica, utiliza nutrientes como glucosa, nitrato de amonio, fosfato mono potásico y sulfato de magnesio, alcanzando un volumen de producción de millones de toneladas anuales (Figura 3). Las características típicas del proceso de fermentación sumergida en líquido con *Aspergillus* incluyen una compleja relación entre el entorno de fermentación, el crecimiento micelial, las propiedades reológicas y la síntesis del producto.

La ruta más utilizada para la obtención de productos, especialmente con *A. niger*, es la fermentación cíclica con productos altos en glucosa como fuente de carbono. Los factores que influyen en el proceso son la composición del medio de cultivo (principalmente el contenido de carbono y nitrógeno), pH, temperatura, tiempos de incubación, oxígeno, cepa, especie, tamaños de inóculo y número de núcleos miceliales (de Caldas-Felipe *et al.*, 2023).

Productos obtenidos mediante *Aspergillus*

Más de 58 especies de *Aspergillus* producen ácido kójico, que es utilizado como antifúngico, y como analgésico, antiinflamatorio y antidiabético en la industria farmacéutica, así como iluminador de la piel en la industria cosmética. Entre los principales productores están el *A. flavus*, *A. oryzae* y *A. terreus*.

Algunas especies de *Aspergillus*, en especial *A. niger*, *A. oryzae* y *A. melleus*, producen enzimas comerciales y farmacéuticas, como aminopeptidasa, alfa-amilasa, arabinofuranosidasa, asparaginasa, carboxipeptidasa (tipo serina), catalasa, celulasa, beta-glucanasa, glucosa oxidasa aminoacilasa, AMP desaminasa y proteasa (Li *et al.*, 2022). Asimismo, Orfali *et al.* (2021) mencionan que el *A. niger* produce fonsecina y aurasperona B (compuestos más potentes que el ácido ascórbico).

Las cepas marinas de *Aspergillus* producen metabolitos secundarios, incluidos ácidos grasos, policéticos, esteroides, alcaloides, terpenos y péptidos, los cuales presentan actividades antioxidantes, anticancerígenas e insecticidas, entre otras (Orfali *et al.*, 2021).

Algunas especies de *Aspergillus* producen terpenoides, incluyendo un total de 107 sesquiterpenos como drimanes, bisabolanos, cadinanos, humulanos, protoiludanos y otros. Los terpenoides de origen fúngico presentan propiedades antibacterianas y anticancerígenas, ocupando un importante espacio a nivel biológico en la industria farmacéutica (Zhao *et al.*, 2022).

De este modo, el género *Aspergillus* representa una fuente natural para la producción de fitofármacos y fitoquímicos, con un gran potencial en la medicina y la industria alimentaria debido a su prometedora actividad biológica.



Figura 3. Cepas de *Aspergillus niger* con frutas como fuente de carbono para la producción de ácido cítrico comercial a nivel laboratorio.

Conclusiones

En esta revisión se destacan las características principales del género *Aspergillus*, con especial atención en *Aspergillus niger*. Este hongo oportunista saprófito es conocido por causar deterioro en alimentos y materiales inertes a través de sus esporas y conidios. Aunque las condiciones ambientales no representan un factor significativo para su crecimiento y desarrollo, bajo condiciones ideales de nutrientes, humedad y temperatura pueden generar la enfermedad del “moho negro”, considerada letal para los alimentos.

En el ámbito de la biotecnología, *A. niger* es valorado por su capacidad para producir una gran variedad de productos seguros y comerciales, como enzimas, proteínas y ácidos orgánicos. Mediante distintas investigaciones se han demostrado las diferentes funcionalidades de este microorganismo. El *Aspergillus* es un género modelo que, respaldado por estudios y análisis específicos, ha expuesto una serie de productos con validez científica. Este es un campo de investigación que lleva años de estudio y grandes avances potenciales en la ciencia.

Referencias

- Agrios, G. N., & Guzmán Ortiz, M. (1985). Fitopatología. Uteha Noriega Editores 1. <http://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/123456789/38600>
- de Caldas-Felipe, M. T., do Nascimento-Barbosa, R., Pereira-Bezerra, J. D., & de Souza-Motta, C. M. (2023). Production of kojic acid by *Aspergillus* species: Trends and applications. *Fungal Biology Reviews*, 45, 100313. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2023.100313>
- Ijadpanahsaravi, M., & Wösten, H. A. B. (2024). Germination strategies of stress-resistant *Aspergillus* conidia. *Current Opinion in Food Science*, 57, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2024.101169>
- Li, Q., Lu, J., Zhang, G., Liu, S., Zhou, J., Du, G., & Chen, J. (2022). Recent advances in the development of *Aspergillus* for protein production. *Bioresource Technology*, 348, 126768. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126768>
- Nguyen-Van Long, N., Joly, C., & Dantigny, P. (2016). Active packaging with antifungal activities. *International Journal of Food Microbiology*, 220, 73-90. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.01.001>
- Orfali, R., Aboseada, M. A., Abdel-Wahab, N. M., Hassan, H. M., Perveen, S., Ameen, F., Alturki, E., & Abdelmohsen, U. R. (2021). Recent updates on the bioactive compounds of the marine-derived genus *Aspergillus*. *RSC Advances*, 11(28), 17116-17150. <https://doi.org/10.1039/d1ra01359a>
- Romero, S. M., Giudicessi, S. L., & Vitale, R. G. (2021). Is the fungus *Aspergillus* a threat to cultural heritage? *Journal of Cultural Heritage*, 51, 107-124. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.08.002>
- Taniwaki, M. H., Pitt, J. L., & Magan, N. (2018). *Aspergillus* species and mycotoxins: occurrence and importance in major food commodities. *Current Opinion in Food Science*, 23, 38-43. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.05.008>
- Vargas-Torrico, M. F., von Borries-Medrano, E., Valle-Guadarrama, S., & Aguilar-Méndez, M. A. (2022). Development of gelatin-carboxymethylcellulose coatings incorporated with avocado epicarp and coconut endocarp extracts to control fungal growth in strawberries for shelf-life extension. *CyTA - Journal of Food*, 20(1), 27-38. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.2024607>
- Zhao, W. Y., Yi, J., Chang, Y. B., Sun, C. P., & Ma, X. C. (2022). Recent studies on terpenoids in *Aspergillus* fungi: Chemical diversity, biosynthesis, and bioactivity. *Phytochemistry*, 193, 113011. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.113011>

Dra. Maria Fernanda Vargas Torrico. Profesora e investigadora, cuyas líneas de investigación son: extracciones de residuos orgánicos, recubrimientos antifúngicos, envases activos y envases inteligentes para la conservación de frutas en estado de postcosecha. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada - Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional. E-mail: fervargast3@gmail.com

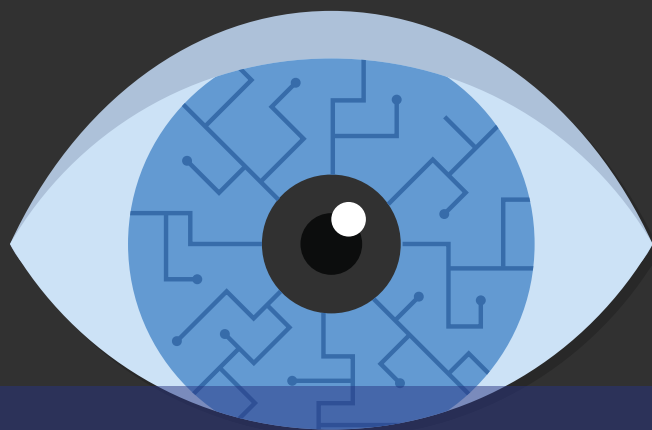
Dr. Erich von Borries Medrano. Profesor e investigador de tiempo completo y de asignatura en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada - Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional, cuyas líneas de investigación son: desarrollo de vehículos biopoliméricos, extracciones emergentes, alimentos funcionales y envases inteligentes para la conservación de alimentos. E-mail: evonborries@ipn.mx

Dra. Guadalupe Stefanny Aguilar Moreno. Investigadora con énfasis en las siguientes líneas: bioprocesos agroalimentarios, conservación de alimentos, energías renovables y nanomateriales. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada - Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional. E-mail: stefanny.aguilar.m@gmail.com

VISIÓN ARTIFICIAL:

UNA PUERTA PARA ENTENDER LAS EMOCIONES DE LOS ROEDORES

Rey David Andrade González,
Isaac Obed Pérez Martínez



RESUMEN

Desde la década de 1960 se ha demostrado que los roedores poseen conciencia social y emocional, manifestando conductas empáticas. Investigaciones recientes han confirmado que estos animales pueden comunicar su estado emocional mediante expresiones corporales y faciales, lo cual ha sido clave para comprender mejor su comportamiento. El uso de visión artificial ha revolucionado este campo, permitiendo identificar, clasificar y cuantificar con alta precisión las expresiones faciales asociadas a diferentes emociones, como dolor, placer o aversión. En estudios liderados por la Dra. Nadine Gogolla, se reveló que estas expresiones están vinculadas con la actividad en la corteza gustativa, una región relacionada con la respuesta emocional. En el Laboratorio de Neurobiología de las Sensaciones y Movimientos Orales, esta tecnología ha sido aplicada con éxito para analizar modelos de lesiones trigeminales y parálisis facial, detectando cambios en la expresión emocional de los roedores durante el desarrollo y recuperación del daño. Esta metodología no solo mejora la precisión experimental, sino que también optimiza el uso ético de animales de laboratorio al reducir su número y el tiempo de evaluación. Así, la visión artificial se consolida como una herramienta fundamental para descifrar el lenguaje emocional de los roedores y fomentar su bienestar en contextos científicos. Explorar el uso de la visión artificial como herramienta para identificar y analizar las emociones en roedores a través de sus expresiones faciales, con el fin de mejorar su bienestar y la precisión en estudios neurobiológico.

Palabras clave: Visión artificial, expresión facial, emociones en roedores, bienestar animal, neurobiología

En la década de los 60's, los trabajos clásicos de George E. Rice establecieron que los roedores son capaces de entender que otro roedor necesita apoyo a través de un experimento en el que una rata era capaz de decidir ayudar a otra al presionar una palanca (Rice, 1964; Rice & Gainer, 1962). Desde entonces, resulta evidente que los roedores son conscientes de sí mismos y de los demás, lo que implica que tienen la capacidad de comunicar su estado emocional y comprender el de otros.

Con el paso de los años se ha acumulado evidencia indicando que los roedores son capaces de comunicar sus emociones entre ellos (Figura 1), lo que resulta en la manifestación de conductas de tipo empatía (Preston & de Waal, 2002). Estas conductas complejas en los roedores implicaría el uso de un sistema eficiente de comunicación entre ellos.

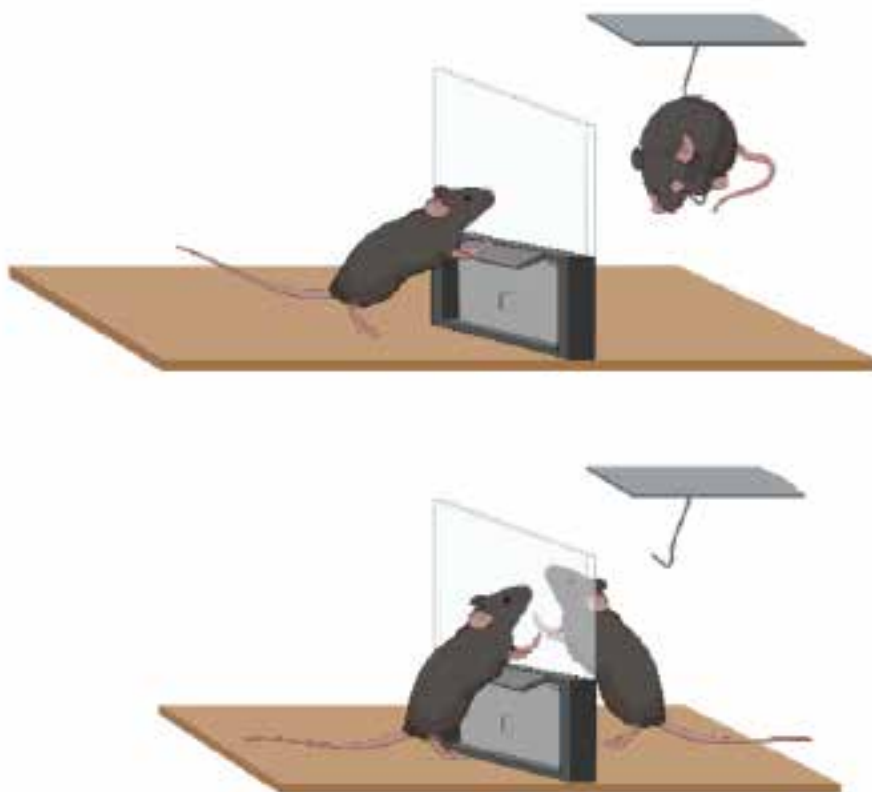


Figura 1. Un roedor en situación de estrés es capaz de comunicar su estado emocional; mientras que el segundo logra comprenderlo y ayudarlo al presionar una palanca.

Si partimos del hecho de que los roedores son animales muy utilizados en experimentos de laboratorio, entender su lenguaje resulta necesario, ya que esto permitiría un mejor cuidado en el uso de estos animales en experimentación, asegurando su completo bienestar. Por otro lado, contar con estas aplicaciones para comprender y descifrar su comunicación aportarían estrategias experimentales más precisas para entender su función cerebral.

Aunque se cuenta con bastante información sobre el lenguaje de los roedores, en realidad aún estamos lejos de poder determinar en su totalidad su estado emocional. Experimentos del Dr. Jeffrey Mogil demostraron que los roedores son sensibles al sufrimiento de otros a través de la interpretación de las expresiones corporales y faciales que reflejan dolor (Langford *et al.*, 2006); por lo que propuso el análisis de la expresión facial como un método confiable para determinar si un roedor está sufriendo dolor, e incluso poder saber la intensidad de este a partir de una escala (Langford *et al.*, 2010).

Posteriormente, Watanabe y colaboradores mostraron fotografías y videos cortos a ratones para saber si son capaces de discriminar expresiones de dolor en otros ratones, en ratas y en humanos; interesantemente, observaron que los ratones pueden identificar rostros de dolor en ratones y ratas, pero no en humanos (Watanabe *et al.*, 2022), lo que confirma el uso de la expresión facial como un medio de comunicación entre roedores.

Los científicos se han enfocado en desarrollar estrategias cada vez más precisas para caracterizar la huella digital de las conductas que reflejan el estado emocional en modelos animales. En un estudio realizado en el Instituto de neurobiología Max Planck en Alemania, bajo la dirección de la doctora Nadine Gogolla, aplicaron algoritmos de visión artificial para distinguir los movimientos faciales de los roedores asociados a la presentación de estímulos placenteros, aversivos, dolorosos, entre otros, en sus resultados publicados en la revista *Science*, demostraron que los roedores exhiben expresiones faciales estereotipadas como una manifestación externa de su estado emocional. La aplicación de la visión artificial les permitió detectar si un roedor presenta una expresión facial, clasificar precisamente a qué estado emocional pertenece, y determinar su intensidad, duración y valencia (que tan atractivo o repulsivo es un estímulo). Gracias a esto, descubrieron que las expresiones faciales están asociadas a la actividad cerebral de la corteza gustativa; una corteza especializada en las sensaciones emocionales y su subsecuente respuesta conductual (Dolensek *et al.*, 2020).

Esta herramienta ha abierto muchas aplicaciones para el estudio de la expresión facial en el ratón, por ejemplo, en el laboratorio de Neurobiología de las Sensaciones y Movimientos Orales, hemos implementado esta herramienta para estudiar diferentes tipos de lesiones nerviosas, como una lesión trigeminal experimental con características muy similares a las lesiones que ocurren en procedimientos odontológicos y que deriva en alteraciones sensoriales en los pacientes, así como lesiones que derivan en la parálisis de los músculos de la expresión facial.

Para el primer caso, en nuestro estudio determinamos los cambios sensoriales o el grado de dolor que ocurren después de una lesión trigeminal en el roedor (Andrade-González *et al.*, 2022). De manera interesante, los roedores presentan cambios en la expresión facial de dolor asociados al grado de progresión de la lesión y a su recuperación. Cuando el dolor deja de ser solo un síntoma y se vuelve un padecimiento per se, se vuelve crónico; y eso es lo que se observa en la mayoría de los casos de la lesión trigeminal experimental. Mientras que, en el caso específico de la parálisis facial, hemos visto que la visión artificial puede detectar las alteraciones que induce la lesión del nervio motor facial y su proceso de recuperación a partir del análisis de la capacidad de generar expresiones emocionales, que se ve disminuida en los roedores al igual que en humanos (Figura 2).

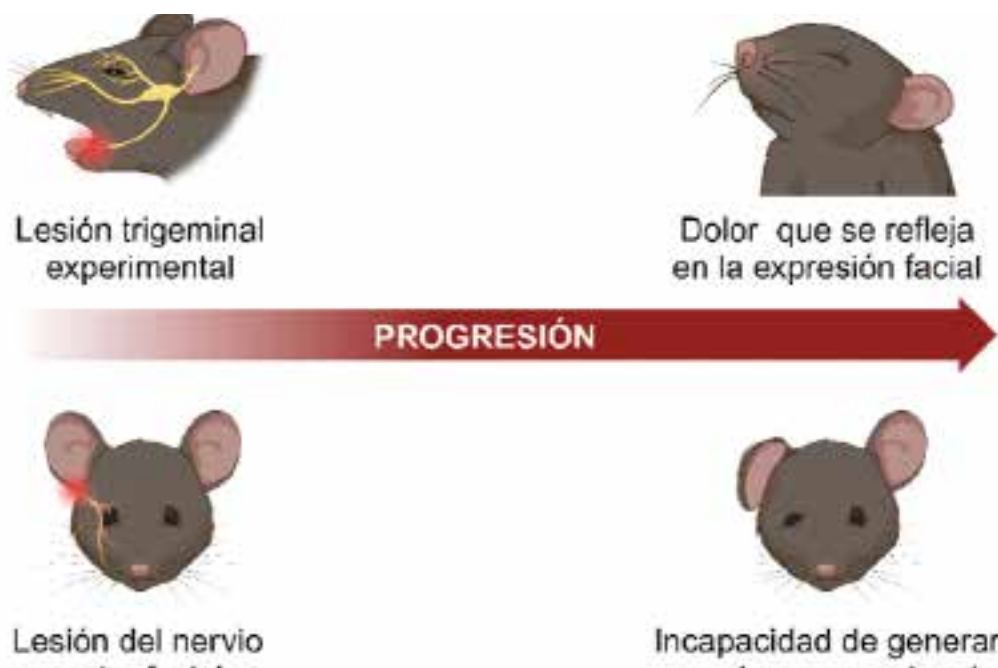


Figura 2. A través de la visión artificial se han determinado los cambios en la expresión facial de dolor derivados de una lesión trigeminal y el desarrollo de la parálisis facial por la lesión del nervio facial.

El uso de la visión artificial tiene beneficios metodológicos muy interesantes, en particular, permite reducir el número de animales que se ocupan, así como el tiempo de experimentación y los recursos utilizados comparado con métodos convencionales.

Lo anterior, abre la idea de que los roedores también usan de forma fundamental la expresión facial para comunicar sus emociones, y que la visión artificial es la forma en la que nosotros podemos entenderlo y estudiarlo. Futuros estudios que evalúen la conducta de roedores, la función de fármacos y cómo el cerebro genera e interpreta la comunicación emocional se considera que utilizarán estas herramientas de máxima precisión para entender la comunicación de los roedores, y sobre todo nos hará más conscientes y cuidadosos en la utilización de roedores en experimentos en el laboratorio para asegurar su bienestar.

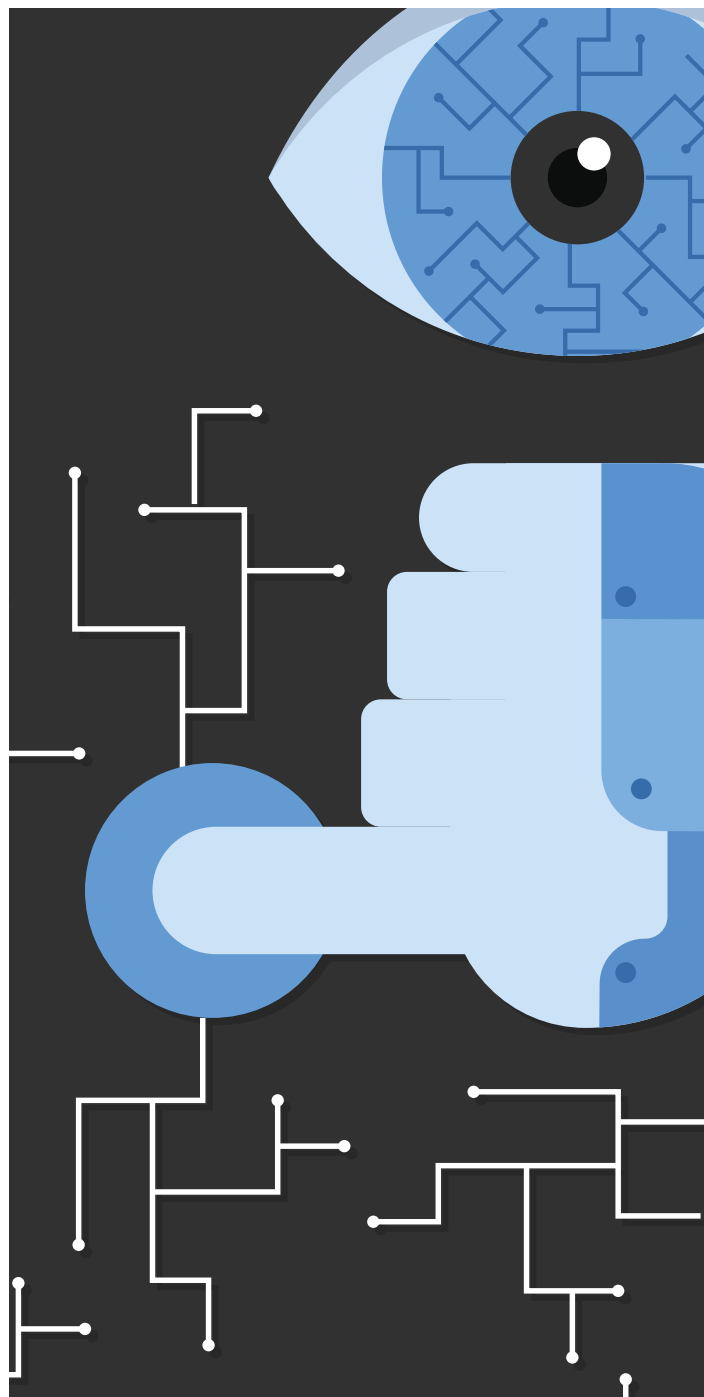
Referencias

- Andrade-González, R. D., Perrusquia-Hernández, E., Montes-Ángeles, C. D., Castillo-Díaz, L. A., Hernández Campos, M. E., & Pérez-Martínez, I. O. (2022). Encoding signs of orofacial neuropathic pain from facial expressions in mice. *Arch Oral Biol*, 135, 105369. <https://doi.org/10.1016/j.archoral-bio.2022.105369>
- Dolensek, N., Gehrlach, D. A., Klein, A. S., & Gogolla, N. (2020). Facial expressions of emotion states and their neuronal correlates in mice. *Science*, 368(6486), 89. <https://doi.org/10.1126/science.aaz9468>
- Langford, D. J., Bailey, A. L., Chanda, M. L., Clarke, S. E., Drummond, T. E., Echols, S., . . . Mogil, J. S. (2010). Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nat Methods*, 7(6), 447-449. <https://doi.org/10.1038/nmeth.1455>

- Langford, D. J., Crager, S. E., Shehzad, Z., Smith, S. B., Sotocinal, S. G., Levenstadt, J. S., . . . Mogil, J. S. (2006). Social modulation of pain as evidence for empathy in mice. *Science*, 312(5782), 1967-1970. <https://doi.org/10.1126/science.1128322>
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(1), 1-20. <https://doi.org/10.1017/S0140525X02000018>
- Rice, G. E. (1964). Aiding behavior vs. fear in the albino rat. *The Psychological Record*, 14(2), 165-170. <https://doi.org/10.1007/BF03393574>
- Rice, G. E., & Gainer, P. (1962). "Altruism" in the albino rat. *J Comp Physiol Psychol*, 55, 123-125. <https://doi.org/10.1037/h0042276>
- Watanabe, S., Masuda, S., Shinozuka, K., & Borlongan, C. (2022). Preference and discrimination of facial expressions of humans, rats, and mice by C57 mice. *Anim Cogn*, 25(2), 297-306. <https://doi.org/10.1007/s10071-021-01551-y>

Rey David Andrade Gonzalez. Estudiante del Doctorado en Investigación en Medicina, ha enfocado sus estudios de posgrado en la caracterización de los cambios sensoriales, emocionales y cognitivos que ocurren durante el desarrollo de dolor crónico por lesión nerviosa orofacial. E-mail: david.andrade@iztacala.unam.mx

Dr. Isaac Obed Pérez Martínez: Profesor de carrera Titular B definitivo de tiempo completo de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Dirige la Sección de Neurobiología de las Sensaciones y Movimientos Orales en el Laboratorio de Investigación Odontológica, CUSI-Almaraz. Se ha enfocado a estudiar cómo el cerebro transforma en experiencia lo que percibimos en la cavidad oral y cómo se genera el movimiento orofacial que subyace a este fenómeno. E-mail: isaac.perez@unam.mx



Cuando tu aliado se convierte en enemigo: destino final de los medicamentos caducados

Liliana Caporal Hernández y Edwin Barrios Villa

RESUMEN

En muchos hogares se almacenan medicamentos sin considerar adecuadamente su vigencia o condiciones de conservación, lo cual representa un riesgo para la salud. Es común olvidar revisar la fecha de caducidad o conservarlos en sitios inadecuados. La fecha de caducidad, indicada por el fabricante, señala el periodo durante el cual se garantiza la eficacia y seguridad del medicamento, siempre y cuando se mantenga bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad. Tras esa fecha, aunque el medicamento no se vuelva automáticamente peligroso, su eficacia puede disminuir, y en ciertos casos, generar efectos adversos. Esta fecha puede cambiar si el envase original es abierto, ya que el contacto con el ambiente altera las condiciones de conservación. Los medicamentos contienen un principio activo y otras sustancias (excipientes o vehículos) que también son sensibles al deterioro. Una conservación inadecuada, como exposición al calor o a la humedad, puede modificar su estructura química, haciéndolos ineficaces o incluso peligrosos. Por ello, es fundamental no ingerir medicamentos caducados o mal almacenados y desecharlos adecuadamente para evitar intoxicaciones, especialmente por automedicación. El uso responsable de los medicamentos implica atender las indicaciones médicas, revisar su vigencia y conservarlos en condiciones apropiadas para proteger nuestra salud y la del entorno. El objetivo es concientizar sobre la importancia de revisar la fecha de caducidad y conservar correctamente los medicamentos para evitar riesgos a la salud y promover su uso responsable.

Palabras clave: medicamentos, caducidad, Contenedor SINGREM

Introducción

Probablemente tengas en casa un sitio especial donde guardas todos los medicamentos que usas, tal vez sea un botiquín en el baño o un cajón para mantenerlos alejados de los niños, pero ¿qué haces con ellos una vez que terminas el tratamiento que te recetó el doctor? **¿Cada cuánto revisas si está vigente el medicamento de acuerdo con la fecha de caducidad? ¿Cómo sabes si aún sirve?** Es común que pasemos por alto detalles muy importantes como estos; sin embargo, para cuidar nuestra salud, proteger nuestro entorno y lograr que un medicamento realmente funcione es necesario considerar diferentes factores. Las indicaciones del médico tratante, tomar el medicamento a la hora que corresponde, evitar la automedicación y la administración de medicamentos con fecha de caducidad vencida, son algunas de las medidas que debes tener en cuenta. En esta ocasión hablaremos de la fecha de caducidad, la cual se indica como mes año, en que el laboratorio fabricante garantiza la eficacia y seguridad de un medicamento siempre y cuando se conserve en óptimas condiciones de temperatura y humedad, en otras palabras, es la fecha límite en la que podemos consumir este medicamento sin que represente un riesgo para nosotros. Esta fecha se determina por el fabricante después de realizar distintas pruebas al medicamento para evaluar cómo cambian sus propiedades a lo largo del tiempo bajo diferentes condiciones de almacenamiento, con base en los resultados obtenidos se estima el tiempo de vida útil y las condiciones a las cuales debe resguardarse un medicamento en particular,

esta información está impresa en el medicamento, por ejemplo en la caja, *blister*, y debe ser de especial interés para quienes los consumimos; una vez transcurrida esta fecha decimos que el medicamento está “caducado”, esto no quiere decir que automáticamente se vuelva peligroso pero sí que pierde eficacia y puede representar un riesgo potencial. Es importante resaltar que esta fecha puede cambiar una vez abierto el envase original que contiene al medicamento y las condiciones de almacenamiento en casa.

Los medicamentos contienen diferentes sustancias químicas, la principal es el fármaco (también llamado principio activo) cuyo propósito es aliviar algún síntoma, tratar algún malestar, etc. Además del fármaco, contienen otras sustancias químicas que son necesarias para que el principio activo pueda ser administrado (se les denomina excipientes y/o vehículo), todas ellas son susceptibles de degradarse si no son almacenadas correctamente, pongamos un ejemplo, **¿Qué pasa con algún alimento en la cocina que no fue protegido de la temperatura o de la humedad?** Se daña y si lo consumimos podemos enfermarnos, en otras palabras, nos ponemos en riesgo, algo parecido ocurre con los medicamentos que no son guardados de manera correcta y se exponen al sol directamente o condiciones de temperatura alta y humedad: pueden cambiar sus características químicas y en lugar de cumplir un propósito benéfico podrían ser un riesgo para nuestra salud por lo que **No Deben Ser Ingeridos**. Por lo tanto, es nuestro deber desecharlos adecuadamente para evitar que alguien lo ingiera y se exponga a algún daño, principalmente por “automedicación”.

Impacto ambiental de los medicamentos caducados

Además de representar un riesgo para la salud, los medicamentos caducados son fuente de contaminación ambiental por lo que son considerados “residuos de manejo especial” (Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005). Es común que los medicamentos caducados sean desechados en la “basura común” o en el desagüe, esto **no es correcto** pues terminan en vertederos y los químicos que los conforman pueden acumularse en el suelo, ser ingeridos por animales y causarles enfermedades e incluso la muerte, dañar la vegetación local, estar al alcance de personas que recolectan en la basura (incluyendo niños) que puedan ingerirlos o llegar a manos de personas dedicadas al comercio ilegal de medicamentos apócrifos (caducados o falsificados); en cualquier caso es un riesgo potencial a la salud de la población. Esto es relevante debido a que según datos proporcionados por la Coalición por la Salud Digital en México (CoSaDiM) “uno de cada diez medicamentos que circulan en México es falsificado o de baja calidad, lo que pone en riesgo y retrasa la recuperación de la salud de las personas” (Consejo General de Colegios Farmacéuticos, 2024). Una vez en el desagüe los medicamentos pueden llegar a ríos y contaminarlos, afectando la vida acuática, acumularse y/o filtrarse a los mantos acuíferos y contaminar el agua que posteriormente ingerimos o que se utiliza para regar los cultivos. En resumen, puede alterar los ecosistemas y su biodiversidad.

Un caso especial: los antibióticos

En el caso de los medicamentos que son utilizados para tratar infecciones y que deben ser adquiridos sólo bajo prescripción médica, es recomendable tratarlos previo a su desecho ya que el contacto de estos con bacterias presentes en el ambiente puede contribuir al desarrollo y propagación de microorganismos resistentes a antibióticos, teniendo como consecuencia que los tratamientos médicos sean menos efectivos, esto es un grave problema de salud pública que afecta tanto a seres humanos como animales y que según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud esta “pandemia silenciosa” ocasionará más de 10 millones de muertes para el año 2050 (OMS, 2024).

¿Cómo deben desecharse los medicamentos caducados?

Con la finalidad de darles un tratamiento apropiado, en México se ha implementado un plan de manejo de residuos que incluye la instalación de contenedores especiales para evitar que los medicamentos caducados contaminen el ambiente o lleguen al comercio ilegal. Los contenedores SINGREM (Figura 1) están fabricados de materiales resistentes que impidan su abertura y/o el retiro de los productos que tiene en su interior. El modelo puede cambiar según el estado de la República Mexicana en que te encuentres, sin embargo, es importante que identifiques el logo de SINGREM para poder reconocer el contenedor seguro. Estos contenedores son

proporcionados por el Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases y Medicamentos A.C. (SINGREM), una Asociación Civil no lucrativa que surgió en 2007 a raíz de la iniciativa de la industria farmacéutica mexicana en conjunto con autoridades de salud y medio ambiente con el objetivo de dar un manejo y desecho adecuado a los medicamentos caducados generados por las familias mexicanas.

Es importante que seas cuidadoso con los productos que depositas dentro del contenedor (Figura 2), debido a que su traslado y manipulación debe ser realizado por personal capacitado para su disposición final. Evita depositar: basura común, agujas, gasas, pilas, productos químicos (benzal, alcohol, mertiolate, etc.), termómetros, jeringas, equipo para venoclisis, pañales.



Figura 1. Contenedor SINGREM

Figura 2. Objetos que puedes colocar dentro del contenedor SINGREM: medicamentos caducados, medicamentos que ya no vas a utilizar (lo que te sobró de algún tratamiento), cajas o envases vacíos de medicamentos.

¿Dónde encuentro un contenedor SINGREM?

Dentro de farmacias, hospitales, clínicas y algunas tiendas de autoservicio, en ellos puedes depositar los medicamentos caducados. Puedes conocer la ubicación exacta de tu contenedor más cercano en la página oficial de **SINGREM**: <https://www.singrem.org.mx/dondeEstamos.php>

¿Qué pasa después con los medicamentos en el contenedor?

Un supervisor de SINGREM recoge la bolsa que se encuentra dentro del contenedor y entrega una papeleta de recolección donde coloca los datos del establecimiento, la fecha de recolección y los kilogramos de medicamento recolectado, posteriormente, los residuos son trasladados en un almacén temporal donde una empresa calificada los recolecta para su destrucción final (hornos de cemento o tratamientos térmicos), de esta manera, se evita que los residuos estén disponibles para la población y puedan causar algún daño.



¿Y si no hay contenedores SINGREM en mi localidad?

En caso de que no encuentres un contenedor, para desechar los medicamentos caducados que generas en casa puedes seguir las siguientes recomendaciones:

PASO 1: MEZCLAR
Los medicamentos caducados o que ya no utilices con alguna sustancia que impida que podamos ingerirlos, puedes usar arena de gatos o café molido usado. Evita aplastar las tabletas o cápsulas.

PASO 2. COLOCAR
La mezcla en una bolsa de plástico, ciérrala bien para evitar que se salga el contenido.

PASO 3. TIRAR
La bolsa al contenedor de basura común que generamos en nuestros hogares.

IMPORTANTE:
Con un plumón permanente, tacha o raya toda la información que está en la etiqueta del frasco que contiene (o contenía) el medicamento, después de eso ya puedes desecharlo a la basura.

Elaborado a partir de información de: Organización Panamericana de la Salud (2004).

Recuerda siempre revisar las recomendaciones específicas que incluye cada medicamento en su caja, así como los lineamientos para la disposición de medicamentos emitidos por las autoridades locales y de salud en tu área. La correcta disposición de los medicamentos caducados contribuye a prevenir la contaminación ambiental y protege la salud pública.

Conclusiones

Para cuidar la salud y preservar el medio ambiente es necesario que todos actuemos de manera responsable para desechar correctamente los residuos que generamos incluyendo los medicamentos caducados y aquellos que ya no utilizamos. De esta manera no nos ponemos en riesgo por consumir este tipo de productos. Es importante conocer los pasos que debemos seguir para la correcta disposición de estos residuos, además, es tarea de todos dar a conocer a nuestros familiares, amigos y vecinos esta información que puede salvar nuestra vida y contribuir al cuidado del planeta.

Referencias

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). Directrices de seguridad para el desecho de productos farmacéuticos. Roma, Italia. R.C.F. Gray, H.V. Hogerzeil, A.M. Prüss, P. Rushbrook.
- Organización Mundial de la Salud (2024). Resistencia a antibióticos. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>
- Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases y Medicamentos A.C (SINGREM), 2024, Modelo operativo. Disponible en: <https://www.singrem.org.mx/modeloOperativo.html>
- Consejo general de Farmacéuticos (2024). Disponible en: <https://www.farmaceuticos.com/noticias/uno-de-cada-10-medicamentos-que-circulan-en-mexico-es-falsificado-advierten-especialistas/>

M. en C. Liliana Caporal Hernández. Estudiante del Posgrado en Ciencias en Biomedicina, Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Baja California. Correo electrónico: liliana.caporal@uabc.edu.mx

D. en C. Edwin Barrios Villa. Profesor investigador de tiempo completo del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas y Agropecuarias de la Unidad Regional Norte campus Caborca de la Universidad de Sonora. Su línea de investigación es Biología Molecular y Genómica de Microorganismos de Interés Clínico y Económico, a través de la cual ha establecido colaboración grupos de investigación nacionales e internacionales. Correo electrónico: edwin.barrios@unison.mx



Distinguiendo Ansiedad y Arritmias:

Equilibrio delicado en diagnóstico

Alejandra Figueroa Ríos y Eduardo Del Río



RESUMEN

En el contexto universitario actual, ha aumentado la incidencia de ataques de ansiedad entre los estudiantes, lo que ha llevado a una creciente confusión con trastornos cardíacos como las arritmias. Este artículo busca esclarecer las diferencias y similitudes entre ambas condiciones, cuyas manifestaciones físicas pueden ser muy similares, incluyendo palpitaciones, dolor en el pecho y dificultad para respirar. Aunque la ansiedad es una respuesta emocional y fisiológica al estrés, puede desencadenar síntomas que imitan alteraciones cardíacas. A su vez, vivir con una arritmia puede generar ansiedad, cerrando un ciclo de retroalimentación negativa. La identificación precisa de cada condición es esencial para un tratamiento efectivo. El texto destaca la importancia de una evaluación médica integral que considere tanto el aspecto físico como emocional del paciente, el uso de tecnologías modernas para el monitoreo cardíaco y la colaboración entre especialistas como cardiólogos, psicólogos y psiquiatras. Además, promueve la educación y la comunicación clara entre médicos y pacientes, como herramientas clave para prevenir el diagnóstico erróneo y reducir la ansiedad relacionada con la salud. Finalmente, se propone un enfoque multidisciplinario y compasivo que integre la salud mental y cardiovascular para mejorar la calidad de vida de quienes enfrentan estos síntomas confusos. El objetivo de este trabajo es educar al público, especialmente a estudiantes universitarios, sobre las diferencias entre un ataque de ansiedad y una arritmia cardíaca, con el fin de fomentar un diagnóstico adecuado, reducir la ansiedad relacionada con la salud y promover un enfoque integral en la atención médica.

Palabras clave: Arritmias, ansiedad, salud, cardiólogo, Electrofisiólogo cardíaco

Este artículo trata sobre cómo distinguir una arritmia de un ataque de ansiedad debido al aumento alarmante de alumnos universitarios experimentando ataques de ansiedad. Muchos de ellos confunden los síntomas con problemas cardíacos, por lo que es crucial educar sobre las diferencias para promover la salud mental y reducir la ansiedad relacionada con la salud cardiovascular en el campus. En el mundo de la salud, las manifestaciones físicas y emocionales a menudo se entrelazan, presentando un desafío único para los médicos y pacientes por igual. Uno de los escenarios más complejos es la confusión entre los síntomas de un ataque de ansiedad y una arritmia cardíaca. La ansiedad y las arritmias cardíacas son dos condiciones de salud que a menudo se entremezclan en un complejo baile de síntomas y respuestas fisiológicas.

Aunque estas dos condiciones tienen causas muy diferentes y son procesos distintos, la relación entre ellos es profunda y puede afectar significativamente la calidad de vida de quienes las experimentan. Sus síntomas pueden superponerse, lo que lleva a errores diagnósticos y tratamientos inapropiados. Comprender las similitudes y diferencias entre estos dos fenómenos es esencial para garantizar un manejo adecuado y una atención de calidad para los pacientes. En este escrito, exploraremos cómo la ansiedad y las arritmias cardíacas están relacionadas, cómo pueden influirse mutuamente y las implicaciones que esto tiene para la salud en general.

Los ataques de ansiedad: Más allá de los emocional

Los ataques de ansiedad, también conocidos como ataques de pánico, son episodios intensos de miedo o malestar súbito, acompañados de síntomas físicos y cognitivos abrumadores.

La ansiedad es una respuesta natural del cuerpo ante situaciones de estrés o peligro percibido. Cuando una persona se siente ansiosa, el sistema nervioso autónomo se activa, lo que puede llevar a un aumento en la frecuencia cardíaca y la presión arterial. En algunas personas, esta respuesta puede desencadenar arritmias cardíacas, que son alteraciones en el ritmo normal del corazón. Las arritmias pueden manifestarse como latidos cardíacos rápidos, irregulares o incluso como una sensación de latidos saltados.

Aunque generalmente se consideran trastornos emocionales, los síntomas físicos pueden ser tan pronunciados que fácilmente pueden confundirse con problemas médicos, como las arritmias cardíacas. Los síntomas de un ataque de ansiedad pueden variar ampliamente y pueden incluir palpitaciones cardíacas, sudoración excesiva, temblores, dificultad para respirar, sensación de asfixia, dolor en el pecho y mareos. Estos síntomas físicos pueden ser similares a los que se observan en las arritmias cardíacas, lo que crea una oportunidad para la confusión diagnóstica. Además, los pacientes que experimentan un ataque de ansiedad a menudo sienten un temor abrumador a perder el control o morir, lo que puede aumentar la intensidad de los síntomas.

Las arritmias cardíacas: Alteraciones en el ritmo cardíaco

Las arritmias cardíacas, por otro lado, son problemas relacionados con el ritmo de los latidos del corazón. Pueden ser causadas por anomalías en la formación o conducción de las señales eléctricas del corazón, lo que puede llevar a latidos irregulares, rápidos o lentos. Algunas arritmias son inofensivas, mientras que otras pueden ser graves y requerir intervención médica.

Los síntomas de las arritmias cardíacas pueden incluir palpitaciones, sensación de latidos saltados, fatiga, mareos, desmayos y dolor en el pecho. Estos síntomas pueden superponerse con los de los ataques de ansiedad, lo que agrega un nivel adicional de complejidad al diagnóstico diferencial.

Por otro lado, las personas que ya tienen una predisposición a arritmias cardíacas pueden experimentar ansiedad como una respuesta a la conciencia de los latidos irregulares o a la preocupación constante por la salud del corazón. Esta interacción puede crear un ciclo en el que la ansiedad y las arritmias se refuerzan mutuamente.

El delicado equilibrio en el diagnóstico

Diferenciar entre un ataque de ansiedad y una arritmia cardíaca es esencial para garantizar que los pacientes reciban el tratamiento adecuado. Sin embargo, esta distinción puede ser desafiante, ya que los sín-

tomas pueden superponerse y los factores emocionales también pueden influir en la presentación clínica.

Los profesionales de la salud deben realizar una evaluación exhaustiva, que incluya la historia médica, los antecedentes emocionales y los síntomas específicos que el paciente está experimentando. Las pruebas diagnósticas, como el electrocardiograma (ECG) y la monitorización ambulatoria, pueden ser vitales para identificar la presencia de arritmias cardíacas.

El papel de la comunicación y la educación

La comunicación efectiva entre médicos y pacientes es fundamental para abordar esta confusión. Los pacientes deben ser alentados a describir sus síntomas con detalle y a compartir cualquier factor estresante o emocional que pueda estar contribuyendo a su malestar. Del mismo modo, los médicos deben tomar el tiempo necesario para explicar los resultados de las pruebas y los diagnósticos de manera comprensible, para que los pacientes comprendan la naturaleza de su condición.

La educación también juega un papel crucial. Los pacientes deben recibir información sobre los síntomas característicos de los ataques de ansiedad y las arritmias cardíacas, así como sobre las diferencias fundamentales entre estas dos condiciones. Esto puede empoderar a los pacientes para que participen activamente en su cuidado y colaboren de manera efectiva con sus médicos en la búsqueda de soluciones adecuadas.

Factores de influencia

Existen diversos factores que pueden influir en la relación entre la ansiedad y las arritmias cardíacas. Uno de ellos es el estrés crónico. Las personas que experimentan altos niveles de estrés a lo largo del tiempo pueden tener una mayor probabilidad de desarrollar arritmias, ya que el estrés crónico puede desencadenar cambios en la función cardíaca y en el sistema eléctrico del corazón.

Además, las arritmias cardíacas en sí mismas pueden causar ansiedad. La sensación de un corazón latiendo de manera anormal puede generar temor y preocupación, lo que a su vez puede aumentar los niveles de ansiedad. Este círculo vicioso puede ser particularmente desafiante para las personas que luchan con ansiedad generalizada o trastornos de pánico.

Implicaciones para la Salud

La relación entre la ansiedad y las arritmias cardíacas tiene importantes implicaciones para la salud en general. En primer lugar, es esencial realizar una evaluación completa y precisa para determinar la causa subyacente de los síntomas. Tanto la ansiedad como las arritmias cardíacas pueden tener efectos negativos en el bienestar físico y emocional de una persona, por lo que es crucial abordar ambas condiciones de manera adecuada.

En casos en los que la ansiedad está contribuyendo a las arritmias, la gestión de

la ansiedad puede tener un impacto positivo en la frecuencia y la gravedad de las arritmias. Terapias como la terapia cognitivo-conductual, la meditación y el yoga pueden ayudar a reducir los niveles de ansiedad y, por lo tanto, a mejorar la salud cardiovascular.

Por otro lado, si las arritmias cardíacas están causando ansiedad, es fundamental brindar educación al paciente sobre su condición cardíaca y ofrecer estrategias para manejar la ansiedad asociada. La información y la comprensión pueden empoderar a los pacientes y reducir el temor que a menudo acompaña a los problemas cardíacos.

Enfoque multidisciplinario para la atención integral

Dado que la relación entre la ansiedad y las arritmias cardíacas es intrincada, el enfoque de atención debe ser multidisciplinario. Los profesionales de la salud, incluidos cardiólogos, psicólogos y terapeutas, deben trabajar en conjunto para brindar una atención integral a los pacientes. El tratamiento puede incluir cambios en el estilo de vida, como la adopción de una dieta saludable y la incorporación de ejercicio regular, lo que puede beneficiar tanto la salud cardíaca como la salud mental. Además, la terapia farmacológica puede ser una opción en casos en los que las arritmias son graves o persistentes, y la terapia cognitivo-conductual puede ser invaluable para manejar la ansiedad.

Mentes en equilibrio: Expertos en ansiedad y bienestar mental

Aunque la ansiedad no es un problema del corazón, puede dar síntomas que parecen de arritmia. Es super importante tratarla bien para recuperar nuestra salud mental. Los expertos que nos pueden ayudar son:

- **Psiquiatras:** Son doctores que saben mucho sobre trastornos mentales, como la ansiedad. Hacen evaluaciones completas y pueden recetar medicinas si hace falta.
- **Psicólogos Clínicos:** Estos están entrenados para dar terapia y apoyo emocional a personas con ansiedad y otros problemas mentales. Usan métodos que sabemos que funcionan para ayudarnos a entender y controlar nuestra ansiedad.
- **Terapeutas Cognitivo-Conductuales:** Se enfocan en cambiar nuestra manera de pensar y actuar que nos causa ansiedad. Con técnicas comprobadas, nos enseñan habilidades para manejarla mejor.

Con la ayuda de estos expertos, podemos mejorar mucho nuestra vida si estamos luchando contra la ansiedad. Nos dan herramientas y apoyo para recuperar nuestro equilibrio mental y emocional. ¡No estás solo en esto!

Trabajo en equipo para el corazón: Especialistas en Arritmias

El tratamiento de arritmias cardíacas requiere de varios especialistas médicos altamente capacitados, incluyendo:

- **Cardiólogo:** Experto en diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardíacas, incluyendo arritmias. Realiza pruebas diagnósticas, prescribe medicamentos y recomienda procedimientos invasivos según sea necesario. Se encarga también de la selección y monitoreo de medicamentos antiarrítmicos para garantizar su eficacia y seguridad.
- **Electrofisiólogo cardíaco:** Especialista en el estudio y tratamiento de arritmias cardíacas, utilizando técnicas avanzadas como ablación por catéter y colocación de marcapasos. Da seguimiento y gestiona el tratamiento, especialmente en pacientes con dispositivos cardíacos implantables.
- **Cirujano cardíaco:** Interviene en casos graves o específicos para corregir anomalías estructurales que contribuyen a las arritmias, como implantación de dispositivos de estimulación cardíaca o reparación de válvulas cardíacas.

Estos especialistas trabajan en equipo para proporcionar un enfoque integral en el diagnóstico y tratamiento de las arritmias cardíacas, garantizando el mejor cuidado posible para los pacientes.

Diagnóstico de Arritmias: Avances Tecnológicos al Servicio de la Salud Cardíaca

En la era actual de la tecnología portátil, disponemos de una variedad de dispositivos innovadores para monitorizar la frecuencia cardíaca y evaluar la salud cardiovascular. Estas son algunas opciones destacadas:

1. **Pulsómetros de muñeca:** Conocidos como relojes inteligentes, estos dispositivos populares ofrecen seguimiento continuo del pulso a lo largo del día, proporcionando mediciones en tiempo real y análisis detallados a través de aplicaciones móviles.
2. **Monitores de ejercicio:** Diseñados para atletas y aficionados al fitness, estos dispositivos compactos ofrecen mediciones precisas de la frecuencia cardíaca, así como datos sobre la intensidad del ejercicio y las calorías quemadas, para optimizar el rendimiento deportivo y la salud cardiovascular.
3. **Parches de monitoreo cardíaco:** Dispositivos adhesivos colocados en el pecho que registran la frecuencia cardíaca durante períodos prolongados, incluso durante el sueño, proporcionando datos detallados útiles en entornos clínicos y de investigación.
4. **Aplicaciones móviles:** Utilizan la cámara del teléfono y algoritmos avanzados para medir la frecuencia cardíaca a través del dedo del usuario, aunque su precisión puede variar y no son tan confiables como otros dispositivos.

Estos avances tecnológicos han democratizado el monitoreo de la frecuencia cardíaca, permitiendo un seguimiento conveniente y preciso de la salud cardiovascular. Sin embargo, es importante recordar que estos dispositivos son complementarios y no deben reemplazar la evaluación médica profesional en caso de preocupaciones de salud cardíaca.

En cuanto al diagnóstico de arritmias, se utilizan diversas herramientas, incluyendo:

- Electrocardiograma (ECG)¹
- Holter de 24 horas²
- Monitor de eventos³
- Ecocardiografía⁴
- Pruebas de esfuerzo⁵
- Electrofisiología cardíaca invasiva⁶

Estas tecnologías permiten un diagnóstico más preciso y una mejor comprensión de las arritmias cardíacas, garantizando un tratamiento más efectivo para los pacientes.

Conclusión: Navegando en aguas turbulentas

La relación entre la ansiedad y las arritmias cardíacas es un testimonio de la intrincada conexión entre la mente y el cuerpo. Estas dos condiciones interactúan en formas complejas, y comprender esta relación es esencial para brindar una atención de calidad y mejorar la calidad de vida de quienes las padecen. A través de

un enfoque multidisciplinario que abarque tanto la salud cardíaca como la salud mental, es posible navegar por esta intrincada red y lograr un equilibrio que promueva el bienestar integral.

En última instancia, la distinción entre un ataque de ansiedad y una arritmia cardíaca requiere una combinación de experiencia médica, comunicación efectiva y pruebas diagnósticas precisas. Aunque las similitudes pueden ser confusas, es crucial que los profesionales de la salud aborden cada caso con un enfoque abierto y compasivo. A través de una atención cuidadosa y una comprensión profunda de las interacciones entre la mente y el cuerpo, es posible proporcionar una atención de calidad y mejorar la calidad de vida de aquellos que enfrentan estos desafíos de salud complejos.

Notas:

1. **Electrocardiograma (ECG):** Registra la actividad eléctrica del corazón mediante electrodos en la piel, mostrando su forma de onda.
2. **Holter de 24 horas:** Dispositivo que registra continuamente la actividad eléctrica cardíaca durante 24 horas, detectando arritmias intermitentes.
3. **Monitor de eventos:** Similar al Holter, graba la actividad cardíaca durante semanas, activándose manualmente cuando se presentan síntomas.
4. **Ecocardiografía:** Técnica de imagen con ultrasonido que identifica anomalías estructurales en el corazón, posibles causas de arritmias.
5. **Pruebas de esfuerzo:** Evalúa la respuesta cardíaca al ejercicio, revelando posibles arritmias desencadenadas por él.
6. **Electrofisiología cardíaca invasiva:** Insertar catéteres en el corazón para estudiar su actividad eléctrica en detalle, especialmente útil en casos complejos de arritmias.

Lecturas Recomendadas:

- 50Minutos. Acaba con la Ansiedad: Las Claves para Aprender a Controlarla, Lemaitre Publishing, 2018. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unam/detail.action?docID=5288589>.
- Benedict, Edward. Terapia Cognitivo Conductual: Domine sus emociones, supere la ansiedad o pensamientos negativos y domine su cerebro, Edward Benedict, 2020. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unam/detail.action?docID=6238547>.
- Chávez, M. (2009). Aprender a Controlar la ansiedad en tiempos de crisis. Contenido, 558, 74–79.
- Coy, P. C., Cárdenas, S. J., Cabrera, D. M., Zirot, G. Z., & Claros, M. S. (2005). Tratamiento Psicofisiológico Y Conductual Del Trastorno De Ansiedad. Salud Mental, 28(1), 28–37.
- Herskovic, V., & Matamala, M. (2020). Somatización, ansiedad y depresión en niños y adolescentes. Revista Médica Clínica Las Condes, 31(2), 183–187. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.rm-clc.2020.01.006>
- Murillo Cruz, J. L., Vidal Velázquez, E. A., Domínguez Vieyra, N. A., López Gómez, A., & Landa Ramírez, E. (2022). Ansiedad y depresión en pacientes hospitalizados en un departamento de emergencias. Revista Psicología y Salud, 32(2), 195–202. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.25009/pys.v32i2.2741>
- Piqueras Rodríguez, J. A., Martínez González, A. E., Ramos Linares, V., Rivero Burón, R., García López, L. J., & Oblitas Guadalupe, L. A. (2008). Ansiedad, depresión y salud. Suma Psicológica, 15(1), 43–73.
- Pulido-Montes, M. A., & Bueno-Robles, L.S. (2021). Calidad de vida relacionada con la salud, la ansiedad y depresión en personas con cardiodesfibrilador. Universidad y Salud, 23(2), 109–119. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.22267/rus.212302.222>

Alejandra Figueroa Ríos. Doctora en Ciencias Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Asociado de Tiempo Completo, Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina, UNAM. Email: afigueroarios@gmail.com

Eduardo Del Río Bravo. Especialista en Cardiología, Universidad Nacional Autónoma de México. Médico Adscrito a la Unidad de Electrofisiología Cardíaca, UNAM. Email: lalitodelrio@hotmail.com

**PaCiencia:
Pa' Todos**

**CONVOCATORIA
ABIERTA**

**30
JUNIO**

UN PLANETA UNA SALUD

Buscamos artículos que expliquen cómo la ciencia, la tecnología, la educación y la cultura contribuyen al cuidado de la salud humana, animal y ambiental.

Para el envío de trabajos, así como para consultar la política editorial y las recomendaciones para autores contáctanos.



unesco

Cooperación Científica e
Innovación Regional
Buenos Aires - 113 Aragón (Buenos)

Contacto

pa.ciencia.pa.todos2020@gmail.com 

<https://publicaciones.aragon.unam.mx> 

¡Viscosos pero sabrosos!:

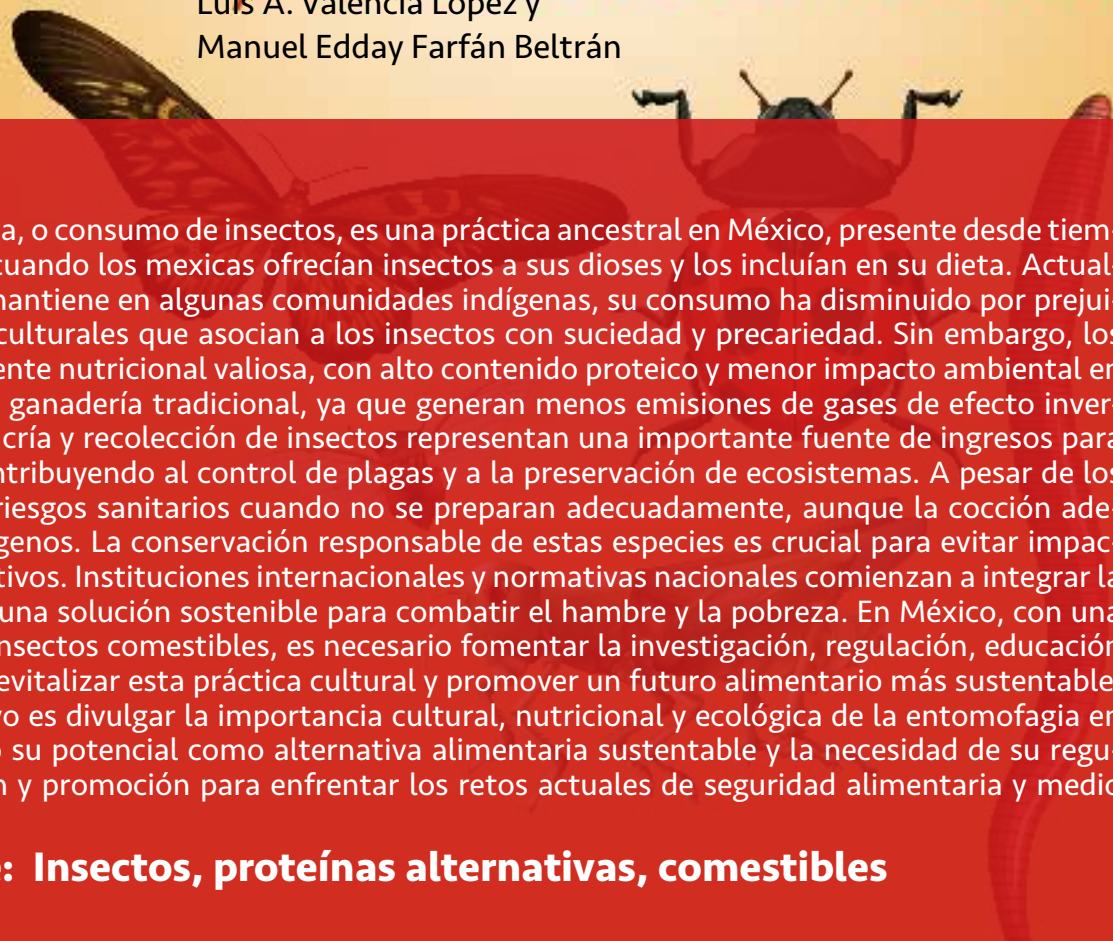


Insectos comestibles,

sustentabilidad

y un futuro diferente

Luis A. Valencia López y
Manuel Edday Farfán Beltrán



RESUMEN

La entomofagia, o consumo de insectos, es una práctica ancestral en México, presente desde tiempos prehispánicos, cuando los mexicas ofrecían insectos a sus dioses y los incluían en su dieta. Actualmente, aunque se mantiene en algunas comunidades indígenas, su consumo ha disminuido por prejuicios y estereotipos culturales que asocian a los insectos con suciedad y precariedad. Sin embargo, los insectos son una fuente nutricional valiosa, con alto contenido proteico y menor impacto ambiental en comparación con la ganadería tradicional, ya que generan menos emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la cría y recolección de insectos representan una importante fuente de ingresos para familias rurales, contribuyendo al control de plagas y a la preservación de ecosistemas. A pesar de los beneficios, existen riesgos sanitarios cuando no se preparan adecuadamente, aunque la cocción adecuada elimina patógenos. La conservación responsable de estas especies es crucial para evitar impactos ecológicos negativos. Instituciones internacionales y normativas nacionales comienzan a integrar la entomofagia como una solución sostenible para combatir el hambre y la pobreza. En México, con una gran diversidad de insectos comestibles, es necesario fomentar la investigación, regulación, educación y divulgación para revitalizar esta práctica cultural y promover un futuro alimentario más sustentable. Por lo que el objetivo es divulgar la importancia cultural, nutricional y ecológica de la entomofagia en México, destacando su potencial como alternativa alimentaria sustentable y la necesidad de su regulación, investigación y promoción para enfrentar los retos actuales de seguridad alimentaria y medio ambiente.

Palabras clave: Insectos, proteínas alternativas, comestibles

La entomofagia es una práctica realizada en México desde tiempos prehispánicos. ¿Sabías que los mexicas ofrecían insectos a sus dioses? Sin embargo, actualmente sólo se lleva a cabo de manera regular en algunas comunidades indígenas. Ante las necesidades alimentarias actuales, se han evaluado los posibles riesgos de consumo y se ha buscado revivir esta práctica como una solución mundial.

La relación de la humanidad con los insectos ha existido desde nuestros orígenes, y esto no es de extrañarse, pues se estiman entre 3 y 5 millones de especies de insectos distribuidas a lo largo de todos los continentes (Eggleton, 2020). Los insectos han sido usados en contextos tan distintos como en la medicina, el arte, la guerra, la espiritualidad y por supuesto, en la cocina. En el pasado, muchas culturas utilizaban a los insectos como parte de su alimentación. Los mexicas, por ejemplo, utilizaban a los insectos como platillos en sus banquetes religiosos y pedían a los dioses porque tuvieran abundancia de ellos. Ya en el Códice Florentino, escrito por Fray Bernardino de Sahagún alrededor de 1521, se registraron 96 especies de insectos comestibles para la época. Actualmente se han descrito 549 especies comestibles para México, y sin duda existen muchas que no se han contemplado.

¿Por qué son una opción nutritiva?

Los insectos poseen un valor nutricional muy grande, siendo que 100 g contienen de 62 a 75 % de proteína, mientras que la misma

cantidad de carne de res aporta solo un 54 a 57 % de proteínas (Ramos-Elorduy et al., 1984). Esta riqueza proteica ha permitido el desarrollo de productos innovadores, como croquetas para perro elaboradas a base de larvas de la mosca soldado-negra, aunque estas apenas contienen un 40 %, de proteína. Además, de su aporte nutricional, el consumo de insectos podría contribuir a reducir la huella de carbono, ya que la producción ganadera genera grandes cantidades de metano un potente gas de efecto invernadero. De hecho, algunos expertos señalan que las emisiones de metano provenientes del ganado superan incluso la contaminación generada por las grandes industrias.



Por otro lado, la cría y recolección de insectos representa una fuente de ingresos para muchas familias, en algunos casos siendo su principal sustento. Los vendedores de chapulines, por ejemplo, pueden llegar a generar hasta \$60,000 pesos durante las temporadas de lluvias gracias a la recolección en zonas de cultivo. Este proceso, además, ayuda a controlar su población y evita que se convierta en plaga. La recolección manual también reduce la necesidad de aplicar insecticidas, lo que pueden beneficia a otros insectos esenciales para el ecosistema (Figura1).



Fig. 1 Herramientas utilizadas en la pesca de algunos insectos comestibles en el Lago de Texcoco.

El arte de comer insectos

Los insectos se suelen comer ligeramente procesados como en el caso de las hamburguesas de mosquitos que se consumen alrededor de algunos lagos de África. También se pueden consumir productos derivados como es el caso de la miel, o alimentos procesados como las harinas de Chapulín. El 55,79 % de ellos se consumen en estado inmaduro (huevos, larvas, pupas, ninfas), y el 44,21 % en estado adulto, siendo algunas especies consumidas en todos los estados de desarrollo. En el centro de la República Mexicana se describe el consumo de chapulines, langostas, avispa, libélulas, escarabajos, chinches y sus huevos, hormigas, abejas, escorpiones, mariposas y sus larvas. Además de prepararlos de forma tradicional, en algunos lugares también se ofrecen nuevos alimentos como lo es el helado con chapulines o gusanos de Maguey en la Feria del Helado en Santiago Tulyehualco (Xochimilco, Ciudad de México); e incluso se utilizan insectos de otras partes del mundo (Figura 2).



Figura 2. Platillo típico de algunos municipios de Chiapas hecho con Zats (orugas de polilla).

¿Por qué los insectos no están en tu plato?

Pese a que existe una gran variedad de insectos comestibles a lo largo del país, su consumo ha ido disminuyendo. Entre los problemas que han causado esto están los prejuicios y estereotipos sobre estos animales, generados por la falta de conocimiento y divulgación acerca del tema. Adicionalmente, muchas personas asocian cualquier insecto con suciedad, es por ello que pensar en su consumo resulta desagradable. Más aún, para algunas personas el consumo de insectos significa precariedad, pues solo así conciben que haya personas que *necesiten* comerlos. Y es cierto que algunos de estos insectos están en contacto con el suelo, basura o desperdicios. Sin embargo, algunos lugares han desarrollado protocolos de reproducción, lo que disminuye la posibilidad de transmisión de enfermedades. Un ejemplo de esto es el caso del consumo de las cucarachas de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) alrededor del mundo incluyendo México. Así, en el mercado de San Juan en la Ciudad de México, las cucarachas de Madagascar se comen garapiñadas y en taco. Contrario a lo que algunas personas pensarían al escuchar la palabra cucaracha, esta especie no se encuentra en la calle, sino que se cría en recipientes aislados con dietas a base de frutas y cereales.

De forma antagónica, en las grandes ciudades algunos restaurantes sirven este tipo de platillos bajo la etiqueta de *gour-*

met y ofrecen sus productos con un costo elevado. Pasa lo mismo con algunos mercados en las zonas más urbanizadas del país. Tal situación disminuye la accesibilidad para consumidores con baja capacidad adquisitiva. Adicionalmente, las especies que suelen venderse ya sea en estos lugares o a través de plataformas digitales son apenas un puñado. Esto es debido a que el conocimiento de su cultivo y manejo ha quedado restringido principalmente a las comunidades rurales de nuestro país. Desgraciadamente, incluso en algunas de estas comunidades, la producción de estos animales ha ido a la baja por diferentes motivos, causando que las personas dedicadas a este oficio también reduzcan su abundancia.

En muchos lugares, las personas que se dedicaban a recolectar estos organismos se han visto afectadas por la pérdida de las poblaciones de insectos que los han llevado a dejar dichas prácticas. Esto en general ocurre debido al calentamiento global, el uso de insecticidas, deforestación, contaminación, extracción desmedida, cambio de uso de suelo, entre otras cosas. Un ejemplo de alimento que se está perdiendo por estas condiciones es el ahuate, es decir, huevos de chinches acuáticas que en su momento fue conocido como “el caviar de los aztecas”. Aunque para este momento aún existen algunos productores lacustres, principalmente en la zona de San Salvador Atenco y Chimalhuacán en el Estado de México, la contaminación, la pérdida de recursos hídricos y la presión de la mancha urbana han generado una tendencia

a la baja en el consumo de este producto.

La paradoja de comer insectos

En lo que resulta de interés para la salud humana, se han reportado infecciones estomacales al consumir estos organismos cuando estos no tienen la adecuada preparación. Sin embargo, la cocción evita que las bacterias y virus que estos puedan llegar a tener sean transmitidas. Más aún, no se han reportado casos de propagación de enfermedades transmitidas por insectos (como dengue o zika) a través de su ingesta.

Por otro lado, siempre hay que tener en consideración un buen manejo de las poblaciones de animales. Aunque los insectos incluyen más de 1 millón de especies descritas, se debe de cuidar que no exista una repercusión ambiental desmedida a causa de la sobreexplotación del recurso. **Los insectos son importantes ecológicamente y en sus ecosistemas sirven como polinizadores, reguladores de plagas, degradadores de materia orgánica, alimento para otras especies**, etc. Es importante considerar protocolos de manejo para la extracción del recurso, por ello es de gran relevancia considerar los ciclos de vida de los organismos y las épocas en las que se puede extraer el producto.

¿De dónde venimos y adónde vamos?

La OMS ha identificado a los insectos como participantes, ya sea como aliados, enemigos o como las soluciones a problemas mundiales. De esta manera se realizó la propuesta de 17 metas de desarrollo sustentable, donde la entomofagia es incluida como una posible solución a la pobreza y el hambre.

En esa misma dirección, existen instituciones internacionales, como la Plataforma Internacional de Insectos para la Comida y Piensos (IPIFF, por sus siglas en inglés), que se ha encargado de la creación de guías para control de calidad, manejo de insectos y la proporción de su consumo, de modo que es la principal asesora de la Autoridad Europea de Se-



Imagen A. Elaborada con Inteligencia Artificial por Josué Guerrero.

guridad Alimentaria (ESFA, por sus siglas en inglés). También existe la Coalición Norteamericana para la Agricultura de los Insectos (NACIA, por sus siglas en inglés), que se ha encargado de puntualizar las propuestas a futuro. Entre las prioridades resaltan, la regulación con el fin de cumplir con estándares de calidad e inocuidad y una mayor investigación sobre los riesgos, así como la complementación de inventarios. Este último punto, a pesar de los esfuerzos de los biólogos, está lejos de estar completado para una gran cantidad de regiones. Por si fuera poco, los esfuerzos para incluir al componente social en este tipo de propuestas aún son insuficientes.

En el caso de México, uno de los resultados más recientes a nivel gubernamental en el tema de la entomofagia es la consolidación de la NOM-004-SAG/GAN-2018. En esta norma se establecen los criterios para la producción de miel con el objetivo de evitar fraude al consumidor, implementar el desarrollo de la apicultura y proteger a las abejas. Esto representa un gran avance para la entomofagia mexicana, sin embargo, ante la gran diversidad culinaria de insectos y las problemáticas a su alrededor, representa una pequeña fracción del esfuerzo que queda por hacer. En un futuro, el principal trabajo recaería en la regulación de otras especies comercializadas, así como la asesoría para la correcta producción de ellos.

El mundo está cambiando y se están retomando técnicas culturales ancestrales como parte de la vida cotidiana para enfrentar los múltiples problemas sociales en la actualidad. Los insectos parecen ser una solución sustentable y es por ello que múltiples países han empezado a entablar prácticas y a estipular leyes para su aprovechamiento. En México es urgente tomar este tipo de iniciativas, al ser un país con tanta diversidad de especies de insectos en la cultura culinaria. Ante ello la investigación y la realización de cultivos en diferentes escalas, así como la educación ambiental y la divulgación de la información, adquieren una gran importancia para impulsar este movimiento de forma multidisciplinaria.

Tal vez en un futuro no muy lejano, volvamos a una dieta donde los insectos sean parte del día a día, sin embargo, para esto aún falta mucho trabajo.



Imagen B . Elaborada con Inteligencia Artificial por Josué Guerrero.

Referencias:

Ambrosio-Arzate, G. A., Nieto-Hernández, C. R.; Aguilar-Medel, S. & Espinoza-Ortega A. (2010). Los insectos comestibles: un recurso para el desarrollo local en el centro de México. Tesis de Maestría UAEM.

Dangles, O. & Casas J. (2019). Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. *Ecosystem Services* 35:109-115

Eggleton, Paul (2020). The State of the World's Insects. *Annual Reviews of Environmental and Resources* 45: 61-82

Fleta-Zaragozano, J. (2018) Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional?. *Sanidad* 74 (1): 41-46, ISSN: 1887-8571

Pino Cebrián, Marina. (2018). Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. *Revista de Bioética y Derecho*, (42), 311-341. Recuperado en 25 de mayo de 2020 de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872018000100016&lng=es&tlng=es

Ramos-Elorduy, J., Pino, C. Márquez, F. Rincón, M. Alvarado, E. Escamilla & H. Bourges (1984). Protein content of some edible insects in Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 4: 61-72.

Ramos-Elorduy J. & Viejo-Montesinos, J.L. (2007) Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*, 102 (1-4):61-84.

Velázquez-Soto (s.a.) Flores e insectos en la dieta prehispánica y actual de México.

Viesca-González, F.G. & Romero-Contreras (2009). La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales *Rev. El Periplo Sustentable. Turismo y Desarrollo* 16:57-83

Luis Alberto Valencia López Licenciado en Biología y estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas por la UNAM. Principal interés en los efectos de la urbanización sobre los insectos, especialmente en vectores de enfermedades. Email: luisvalencia@iecologia.unam.mx

Manuel Edday Farfán Beltrán Candidato a Doctor por el Instituto de Ecología de la UNAM. Se ha especializado en ecología acústica y en la relación entre los insectos y los humanos, especialmente en ambientes acuáticos. Email: eddayfarfan@ciencias.unam.mx



Imagen C. Elaborada con Inteligencia Artificial por Josué Guerrero.

Humedales construidos:

Un aliado para la conservación
y el **desarrollo sostenible**

Marco Armando Pérez Zacarias, Mayerlin
Sandoval-Herazo, Jacel Adame-García,
Saúl Rivera

RESUMEN

Los humedales naturales son ecosistemas cruciales que ofrecen servicios esenciales como hábitat para especies endémicas, secuestro de carbono, y regulación hídrica, contribuyendo a la biodiversidad y adaptación al cambio climático. Sin embargo, la pérdida acelerada de estos ecosistemas por actividades humanas — agricultura, urbanización, acuicultura e industria — amenaza su funcionalidad. En este contexto, los humedales construidos emergen como una solución de ingeniería ecológica y económica para el tratamiento de aguas residuales, utilizando microorganismos y plantas para eliminar contaminantes como nitrógeno, fósforo y metales pesados. Según la Convención RAMSAR, los humedales naturales se clasifican en marinos, estuarinos, lacustres, ribereños y palustres, mientras que los humedales construidos pueden clasificarse por el flujo hídrico: superficial, subsuperficial horizontal, subsuperficial vertical e híbridos. Estos últimos combinan distintos tipos para optimizar el tratamiento, especialmente del nitrógeno. Aunque los humedales construidos no pueden reemplazar completamente la complejidad de los naturales, ambos pueden coexistir y complementarse. La conservación, restauración y creación de humedales son esenciales para mantener sus servicios ecológicos. Se requiere promover políticas y acciones comunitarias para asegurar su sostenibilidad y beneficios para futuras generaciones. El objetivo del trabajo es analizar el papel de los humedales construidos como una alternativa sostenible para el tratamiento de aguas residuales y su importancia como complemento para la conservación y sostenibilidad de los humedales naturales frente a la pérdida causada por actividades humanas.

Palabras clave: Humedales, desarrollo sostenible, biodiversidad, Convención RAMSAR, ingeniería ecológica.

Introducción

Los humedales naturales son ecosistemas vitales para el funcionamiento ecológico y proporcionan enormes servicios, incluida la provisión de hábitat de especies endémicas, el secuestro de carbono, así como contribuyen a la adaptación al cambio climático, promueven la biodiversidad y ayudan a las comunidades a lidiar con problemas de abastecimiento y purificación de agua. Sin embargo, a pesar de que los humedales naturales son ecosistemas únicos y altamente productivos, considerados “riñones del planeta” por su capacidad de filtrar agua y retener sedimentos y representar entre el 5 y el 8 % de la superficie terrestre, las actividades humanas como agricultura (25 %), la urbanización (16,8 %), la acuicultura (10,7 %) y la industria (7,6 %) están disminuyendo drásticamente la superficie de los humedales naturales (Ballut-Dajud *et al.*, 2024).

Los humedales construidos surgen entonces como una alternativa de ingeniería ecológica y económica para el tratamiento de aguas residuales, donde los microorganismos y plantas descomponen y eliminan contaminantes como nitrógeno, fósforo y metales pesados.

¿Qué son los humedales naturales y qué tipos existen?

Según la convención RAMSAR (Astrálaga, 2006) los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio ambiente, la flora y la fauna asociada

a él (Figura 1). Dependiendo de sus características y ubicación, los humedales pueden dividirse en varios tipos.

- Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);
- Estuarinos (incluidos deltas, marismas de marea y manglares);
- Lacustres (humedales asociados con lagos);
- Ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y
- Palustres (es decir, “pantanosos” - marismas, pantanos y ciénagas)



Figura 1. Fotografía de vegetación típica de zona de humedales en Nautla, Veracruz

Además, “la Convención de Ramsar ha adoptado un Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales (como estanques de cría de peces, tierras agrícolas de riego, depresiones inundadas salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales)”.

¿Qué son los humedales construidos y qué tipos existen?

Los humedales construidos o de tratamiento son una opción sostenible para limpiar las aguas residuales ante los problemas de contaminación del agua. Estos humedales son sistemas de ingeniería que aprovechan recursos de la naturaleza para limpiar distintos tipos de agua residual, simulando los procesos que suceden en un humedal natural (Marín-Muñiz *et al.*, 2023).

De acuerdo con el flujo de agua, los humedales construidos se pueden clasificar de la siguiente manera (Figura 2):

- **De flujo superficial o flujo libre:** son aguas abiertas poco profundas, donde las plantas están enraizadas en una capa de suelo en el fondo; Estos sistemas están fuertemente relacionados con los humedales naturales debido a que utilizan normalmente vegetación típica: flotante, sumergida y emergente.

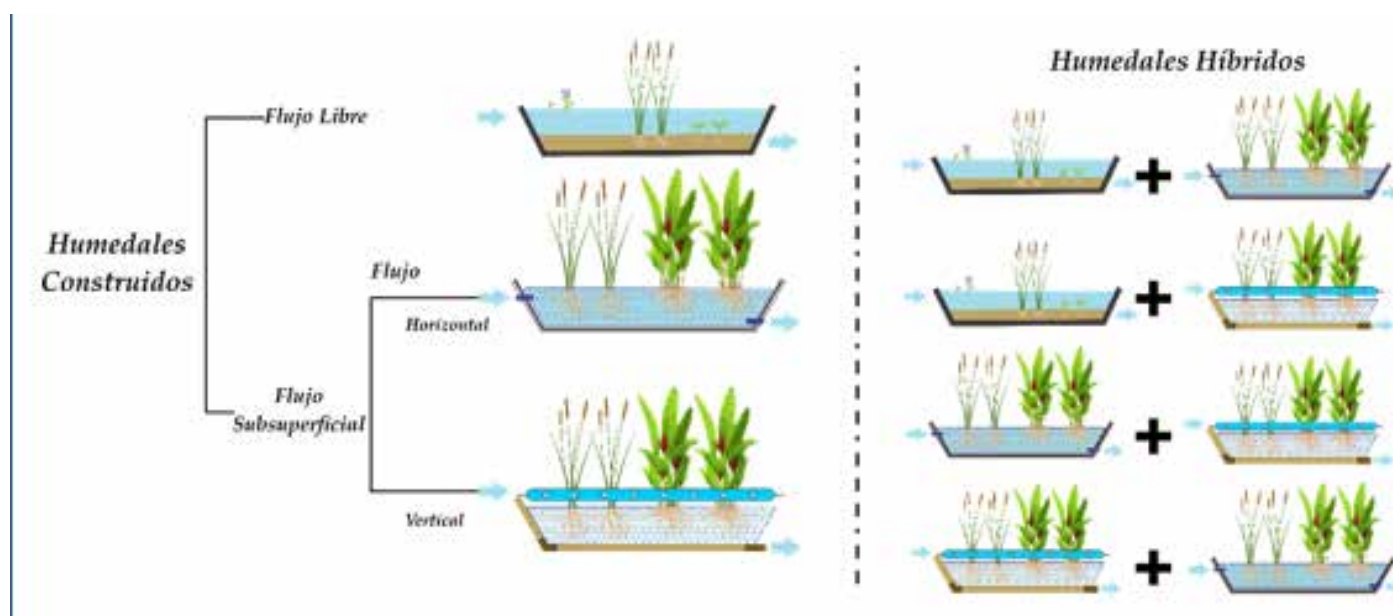


Figura 2. Clasificación de los Humedales Construidos por tipología y flujo hídrico. Fuente: Modificado de Marín-Muñiz *et al.* (2023).

- **De flujo subsuperficial horizontal:** son lechos poco profundos (60 cm), rellenos de medios porosos/filtrantes o sustratos. Las plantas se enraízan en los lechos saturados de agua y el agua se carga en la entrada del lecho; fluye por debajo de la superficie en un patrón horizontal, en contacto con el medio y las raíces de las plantas, y se recoge en el otro extremo del lecho.
- **De flujo subsuperficial:** Típicamente insaturados, con un lecho de un metro de profundidad relleno de un medio filtrante poroso (arena, grava, conchas, pet, etc.). El agua se trata a medida que gotea a través del medio y está en contacto con las raíces de las plantas. Las plantas apoyan el proceso de drenaje vertical. El agua se distribuye homogéneamente a través de una red de tuberías presurizadas en la superficie del lecho, gotea hacia abajo y se recoge en el fondo del lecho o celda a través de tuberías de drenaje perforadas.
- **Humedales contruidos híbridos:** se pueden combinar varios tipos de humedales contruidos para lograr mayores efectos de tratamiento, especialmente para el nitrógeno. Los sistemas de flujo horizontal tienen una capacidad de transporte de oxígeno mucho mayor y, por lo tanto, proporcionan condiciones mucho mejores para la nitrificación. Sin embargo, se produce una desnitrificación muy limitada o nula en los sistemas de flujo vertical. Generalmente, los

estudios que utilizan sistemas híbridos combinan sistemas de flujo horizontal y de flujo vertical, sin embargo, se podrían combinar todos los tipos de humedales contruidos para hacer eficiente el tren de tratamiento del agua residual.

Retos y el futuro de los humedales

A pesar de su importancia, los humedales naturales están en declive a nivel mundial. La pérdida de estos ecosistemas puede ser compensada parcialmente con la creación de humedales contruidos, pero no pueden sustituir por completo la complejidad y biodiversidad de los humedales naturales, sin embargo, ambos tipos de humedales pueden coexistir y complementarse.

La capacidad de los humedales de adaptarse a condiciones cada vez más dinámicas derivado del cambio climático, cambios del uso de suelo y la urbanización serán clave para que coexistan las comunidades humanas y las especies silvestres en todas sus interacciones.

Promover políticas de conservación de humedales, restauración de áreas degradadas y la construcción de humedales es esencial para mantener los servicios ecológicos que ofrecen estos ecosistemas. Desde las decisiones gubernamentales hasta las acciones comunitarias y educativas, todos podemos contribuir a su preservación y creación, garantizando que estos “riñones del planeta” sigan funcionando para futuras generaciones.

Referencias

- Astrálaga, M. (2006). La Convención Ramsar y los ecosistemas de manglar. Secretaría de la Convención Ramsar. Suiza.
- Ballut-Dajud, G., Sandoval Herazo, L. C., Osorio-Martínez, I. M., Báez-García, W., Marín-Muñiz, J. L., & Betanzo Torres, E. A. (2024). Comparison of Carbon Storage in Forested and Non-Forested Soils in Tropical Wetlands of Caimanera, Colombia, and Llano, Mexico. *Sustainability*, 16(12), 4966.
- Marín-Muñiz, J. L., Sandoval Herazo, L. C., López-Méndez, M. C., Sandoval-Herazo, M., Meléndez-Armenta, R. Á., González-Moreno, H. R., & Zamora, S. (2023). Treatment wetlands in Mexico for control of wastewater contaminants: A review of experiences during the last twenty-two years. *Processes*, 11(2), 359.

Marco Armando Pérez Zacarias. Ingeniero Ambiental egresado del Instituto Tecnológico Superior de Misantla, actualmente cursando el segundo semestre de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería con enfoque en el tratamiento de aguas residuales y su saneamiento utilizando humedales construidos a gran escala en climas tropicales con plantas ornamentales regionales para así promover su aceptación social y concientización ambiental.

Mayerlin Sandoval Herazo. Doctora en Ciencias de la Ingeniería por el Instituto Tecnológico Superior de Misantla en México (PNPC-CONACYT). Maestra en ingeniería industrial por el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca en México (PNPC-CONACYT). Adscrita al Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Misantla como profesora Investigadora del Programa Ingeniería en Gestión empresarial y miembro del laboratorio de Humedales y Sustentabilidad Ambiental de la Subdivisión de posgrado e investigación del ITSM. Ha publicado diversos artículos en calidad de primer autor derivados de resultados de investigaciones de sistemas de tratamiento en revistas JCR, así mismo ha

publicado capítulos de libro relacionados con temáticas de cuidado del agua y economía circular. Ha participado en proyectos financiados de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación del TecNM y entidades privadas.

Jacel Adame García. Dra en Ciencias en Ecología y Biotecnología por el INBIOTECA, UV. MC en Biotecnología Agropecuaria por el IT del Llano. Ing. Agrónoma por el Instituto Tecnológico No. 18. Presidenta de la Academia de Ingeniería en Agronomía e Ingeniería en Industrias Alimentarias y Representante Institucional ante el PRODEP (RIP). Miembro del SNI desde el 2014. Reconocimiento al Perfil Deseable PROMEP. Líder del cuerpo académico “Biodiversidad, Biotecnología y Medio Ambiente” ITUR-CA-1. Jefa del Laboratorio de Biología Molecular del ITUG desde el 2012 a la fecha.

Saúl Rivera. Egresado del Instituto Tecnológico Superior de Misantla en la carrera de Ingeniería Industrial, con una Maestría en Sistemas Computacionales. Actualmente cursando el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería con enfoque en el tratamiento de aguas residuales utilizando Humedales de Tratamiento a Escala Real con plantas ornamentales en climas tropicales. Ha colaborado en diversos proyectos a favor del Medio Ambiente en colaboración con la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente del estado de Veracruz.



Entre idiomas y fronteras: ¿Cómo se organiza la mente bilingüe de los migrantes?

Armando Quetzalcóatl Angulo
Chavira, Alejandra Mitzi Castellón Flores,
Natalia Arias Trejo

RESUMEN

Este artículo analiza cómo la migración influye en la organización mental de los migrantes bilingües al enfrentarse a la necesidad de manejar dos idiomas en contextos nuevos. A través de las historias de Ramón, Xóchitl y Charlotte, se ilustra cómo la adquisición y uso de una segunda lengua implica un complejo proceso cerebral que va más allá de la simple traducción de palabras. Se describen los mecanismos del acceso léxico, la influencia dominante de la lengua materna, y los desafíos como la interferencia lingüística, los falsos cognados y la edad en el aprendizaje. La migración también impacta la frecuencia de uso de cada idioma, lo que puede llevar a la atrición lingüística, es decir, el debilitamiento temporal de la lengua menos utilizada. Asimismo, se aborda la alternancia de códigos como una estrategia natural en contextos bilingües. Finalmente, se destacan los beneficios cognitivos del bilingüismo, como la mejora en la atención, la flexibilidad mental y la memoria de trabajo, así como su potencial para retrasar enfermedades neurodegenerativas. El bilingüismo en migrantes es presentado como un proceso de adaptación y enriquecimiento cultural que fortalece tanto la mente como la identidad. El objetivo del trabajo es explorar cómo la migración afecta la organización mental del bilingüismo en migrantes, analizando los procesos cognitivos y lingüísticos implicados en el manejo de dos idiomas, y destacar los beneficios cognitivos derivados de esta experiencia.

Palabras clave: Lenguaje, idioma, palabras, biligüe, migración, interferencia lingüística, flexibilidad mental.

En una madrugada silenciosa, Ramón cruza el desierto entre México y Estados Unidos con ayuda de un “coyote”. En otro rincón del país, Xóchitl camina desde su pueblo nahua con rumbo a la ciudad de Guadalajara. Al mismo tiempo, Charlotte vuela desde Canadá hacia México en busca de otras oportunidades.

Tres personas, tres destinos, y un desafío común: adaptarse a un nuevo entorno donde el idioma no es su lengua materna. Ramón enfrentará el reto de aprender inglés para comunicarse en un país donde su lengua materna puede representar una barrera. Xóchitl, al llegar a la ciudad, tendrá que lidiar con la distancia cultural y lingüística entre el náhuatl que aprendió al nacer y el español que necesita para sobrevivir. Charlotte, por su parte, encontrará en el español no solo una herramienta de integración, sino también un recordatorio constante de su condición de extranjera.

Historias como estas son parte de una dinámica migratoria diversa que define a México. Millones de personas se desplazan cada año, ya sea dentro del país o hacia el extranjero, impulsadas por factores económicos y sociales, entre otros. Anualmente, más de 350,000 personas indígenas abandonan sus pueblos natales para mudarse a otras regiones de México (Cárdenas Gómez, 2014). El último censo del INEGI mostró que más de 800,000 mexicanos partieron hacia otros países (INEGI, 2020). Además, en 2023, se reportó que México alberga a más de 250,000 residentes nacidos en el extranjero (Organización Internacional para las Migraciones (OIM, 2023), muchos de ellos provenientes de Estados Unidos.

Más allá de los desafíos físicos o culturales, la migración trae consigo un profundo impacto en la manera en que las personas procesan y utilizan el lenguaje. Para los migrantes bilingües, como Ramón, Xóchitl y Charlotte, aprender y manejar dos sistemas lingüísticos significa mucho más que traducir palabras; es un ejercicio constante de adaptación mental y cultural.

En este artículo exploramos cómo la migración transforma la relación de las personas con el lenguaje. Analizaremos los retos de comunicarse con un idioma nuevo, los cambios en el uso de la lengua materna y los procesos mentales que permiten alternar entre dos mundos lingüísticos.

¿Cómo se escogen las palabras cuando sabes dos idiomas?

Cada vez que hablamos o escribimos, nuestra mente busca las palabras adecuadas en un “almacén” en la memoria llamado léxico mental. Este proceso, conocido como acceso léxico, ocurre de forma tan rápida que apenas nos damos cuenta, pero detrás de cada palabra que usamos hay un complejo mecanismo cerebral en marcha (Belinchón *et al.*, 2009).

Este proceso se complejiza cuando aprendemos un segundo idioma, ya que no sólo implica aprender palabras nuevas, sino dominar un sistema lingüístico completo que incluye nuevos sonidos, reglas gramaticales y significados (Kroll *et al.*, 2010). Las personas bilingües tienen que distinguir entre dos conjuntos de sonidos (los códigos

fonológicos) que comparten un mismo significado (el código semántico). Por ejemplo, si un bilingüe escucha la palabra “house”, su cerebro activa el código fonológico del inglés. Esta activación lo lleva al concepto general de “casa” (un lugar donde vive la gente), que es un significado común en ambos idiomas (Figura 1).

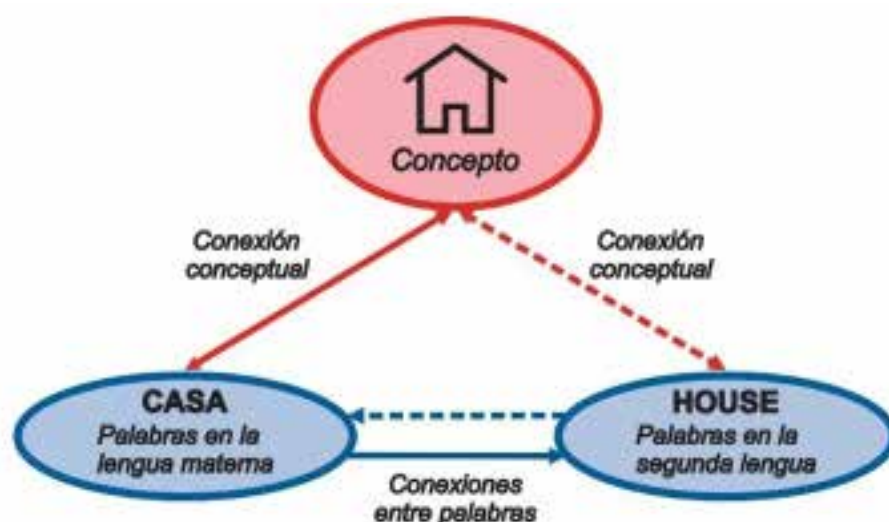


Figura 1. Procesamiento del lenguaje en bilingües.

Nota. En la figura 1 los óvalos representan los almacenes de memoria, y las líneas, las conexiones entre ellos. Las líneas sólidas indican conexiones fuertes, mientras que las punteadas representan conexiones débiles. Los almacenes azules corresponden a los espacios donde se guardan las palabras de cada idioma. Estos almacenes son parcialmente independientes, ya que interactúan entre sí; sin embargo, la influencia de la lengua materna sobre la segunda lengua es más fuerte

que a la inversa. Esto es especialmente evidente en las primeras etapas del aprendizaje, cuando las conexiones conceptuales son más sólidas en la lengua materna que en la segunda lengua.

Aprender una segunda lengua no es un proceso sencillo.

Las conexiones entre los códigos fonológicos y el código semántico no son iguales para los dos idiomas. Cuando alguien comienza a aprender una lengua, tiende a traducir palabras de su lengua materna al nuevo idioma, porque las conexiones directas entre los significados y las palabras en el segundo idioma aún no son fuertes. Es como si cada palabra en el nuevo idioma tuviera que pasar primero por un “traductor interno” (Kroll *et al.*, 2010). Cuando

un hablante principiante de inglés intenta entender la palabra “house”, primero necesita recuperar su equivalente en español, “casa”, mediante una traducción para luego acceder al significado. Este proceso requiere un mayor uso de recursos, como tiempo y esfuerzo, para lograr la comprensión en la segunda lengua.

Con el tiempo, y gracias a la práctica y la exposición a la segunda lengua, las conexiones directas entre el segundo idioma y los significados se fortalecen. Esto permite que los bilingües accedan a las palabras en ambos idiomas de forma más rápida y fluida.

¿Por qué es difícil aprender una segunda lengua?

Usar dos sistemas lingüísticos simultáneamente implica dos grandes retos: los dos sistemas están conectados y, en ocasiones, compiten entre sí (Von Holzen & Mani, 2012). Por ejemplo, una persona hispanohablante que aprende inglés podría intentar aplicar las reglas del español al inglés, lo que genera errores comunes como *"He has 15 years"* en lugar de *"He is 15 years old"* [traducción: "él tiene 15 años"]. Esto sucede porque el cerebro tiende a usar lo que ya conoce para interpretar lo nuevo. Además, ambos idiomas permanecen activos en el cerebro, incluso cuando solo se necesita usar uno. Esto puede dar lugar a interferencias, como recordar primero la palabra en la lengua materna y luego tener que traducirla mentalmente al segundo idioma.

También hay casos en los que las palabras de los dos idiomas se parecen, pero tienen significados distintos, conocidos como "falsos cognados". Por ejemplo, en inglés "actual" se traduce como "real", no "actual" en español. Estos detalles confunden y dificultan el aprendizaje, porque el cerebro debe aprender a distinguir entre las similitudes y las diferencias.

Acceder al segundo idioma requiere un esfuerzo consciente, especialmente en las primeras etapas del aprendizaje. A diferencia de nuestra lengua materna, donde las palabras y estructuras surgen de manera automática, en el segundo idioma necesitamos aprenderlas y recordarlas activamen-

te. Este proceso inicial puede ser agotador, pero con tiempo y práctica, el cerebro comienza a automatizar estas conexiones, facilitando su uso.

Otro factor que hace difícil aprender un segundo idioma es la edad en que comenzamos a hacerlo. Durante la infancia, el cerebro tiene una plasticidad extraordinaria, lo que significa que es capaz de adaptarse fácilmente a nuevos sonidos, reglas y estructuras lingüísticas. En este periodo, aprender un idioma ocurre de manera natural: los niños simplemente lo "integran" al estar expuestos a él. Sin embargo, a medida que envejecemos, esta plasticidad disminuye. Para los adultos, el cerebro ya está "configurado" según los patrones de su lengua materna, lo que hace que adoptar un nuevo idioma sea más complicado. Por ejemplo, los sonidos que no existen en la lengua nativa pueden ser difíciles de percibir o reproducir. Alguien que creció hablando español podría tener problemas para pronunciar o diferenciar ciertas variaciones de sonido que no son importantes en el español. Tal es el caso del sonido de la "i" en las palabras *"bit"* [poco] y *"beat"* [ritmo] puede parecer muy similar al principio. Sin embargo, en inglés existen varios sonidos que se asemejan a la "i", pero son distintos entre sí y determinan significados diferentes para las palabras.

Finalmente, el aprendizaje de una segunda lengua difiere bastante del aprendizaje de la primera. Mientras que los niños aprenden de "manera intuitiva", los adultos tienden a analizar la segunda lengua conscientemente. Esto puede ralentizar el aprendizaje, ya que implica un proceso más deli-

berado. Sin embargo, los adultos tienen la ventaja de que pueden usar estrategias de aprendizaje más estructuradas y aprovechar su experiencia previa para avanzar más rápidamente en ciertas áreas, como la gramática o el vocabulario técnico.

Impacto de la migración en el acceso léxico

Para los bilingües, vivir en un nuevo entorno donde se habla un idioma diferente afecta profundamente el acceso léxico, es decir, la capacidad de recuperar palabras para comunicarse. Este impacto se manifiesta en tres aspectos principales: la frecuencia de uso del idioma, la atrición lingüística y la alternancia de códigos (Schmid, 2013).

Cuando una persona se traslada a un lugar donde predomina un idioma distinto al suyo, la frecuencia con la que utiliza su lengua materna tiende a disminuir. Por ejemplo, Ramón, al establecerse en Estados Unidos, utilizará el inglés en la mayoría de las situaciones cotidianas: en el trabajo, al comprar alimentos, o al comunicarse con sus vecinos, esto significa que el español, aunque sigue siendo su lengua materna, pierde protagonismo en su día a día (Figura 2).

La frecuencia de uso es crucial para mantener un idioma activo en la mente. Mientras más se utiliza una lengua, más accesibles son sus palabras en el léxico mental. Por el contrario, cuando un idioma se usa menos, las conexiones neuronales relacionadas con él se debilitan, lo que puede hacer más lento el proceso de recuperar palabras en esa lengua.



Figura 2. Competencia entre idiomas: Un efecto de la migración lingüística.

Nota: La figura 2 representa cómo, en contextos bilingües o de migración, las conexiones con la lengua materna pueden debilitarse debido a la falta de uso, un fenómeno conocido como atrición lingüística. Esto puede dificultar el acceso a palabras en el idioma original mientras se prioriza el uso de la segunda lengua.

Cuando la frecuencia de uso de la lengua materna disminuye significativamente, puede producirse un fenómeno conocido como atrición lingüística. Este término se refiere a la pérdida parcial de habilidades en un idioma que se utiliza poco o nada. La atrición no significa olvidar completamente la lengua materna, pero sí implica dificultades para encontrar palabras, construir frases gramaticalmente correctas o recordar expresiones específicas.

En el caso de Xóchitl, si en Guadalajara casi nunca habla náhuatl o decide no usar su lengua materna para evitar ser estigmatizada, es probable que con el tiempo le cuesta

más expresarse con la misma fluidez que tenía en su pueblo natal. Esto ocurre porque las conexiones del idioma menos usado se debilitan en el cerebro, lo que hace que las palabras tarden más en emerger o incluso se vuelvan inaccesibles. Sin embargo, es importante destacar que esta pérdida no es irreversible. Si Xóchitl comienza a practicar náhuatl nuevamente, las conexiones pueden fortalecerse de nuevo, mostrando la flexibilidad del cerebro humano.

Por el contrario, en algunos contextos migratorios es frecuente la alternancia de códigos lingüísticos: cambiar entre dos idiomas en una misma conversación. Esto no es un signo de confusión, sino una muestra de cómo los sistemas lingüísticos interactúan de manera dinámica. Por ejemplo, Charlotte, mientras se adapta a México, podría comenzar una frase en inglés y terminarla en español, diciendo algo como: *"I went to the store y compré un poco de pan"*. La alternancia de códigos puede reflejar diversos aspectos, como la necesidad de expresar una idea con mayor precisión, la dificultad momentánea para recordar una palabra en uno de los idiomas, o el contexto social de la conversación. Por ejemplo, esto ocurre en situaciones donde el hablante reconoce que el idioma dominante es uno, pero sabe que el interlocutor también puede entender el otro idioma.

Procesos cognitivos involucrados: Los beneficios del bilingüismo

El bilingüismo no solo es un desafío lingüístico, sino también un entrenamiento

mental que fortalece varios procesos cognitivos. En el cerebro de una persona bilingüe, los dos idiomas están siempre activos, incluso cuando solo se necesita usar uno. Esta constante interacción obliga a la mente a desarrollar estrategias para manejar ambos sistemas de manera eficiente. Aunque estos procesos requieren esfuerzo, también aportan beneficios significativos para las capacidades cognitivas.

Uno de los mayores retos del bilingüismo es suprimir el idioma que no se necesita en un momento dado, un proceso conocido como inhibición. Por ejemplo, si Ramón está en una entrevista de trabajo en inglés, debe evitar que palabras en español "interrumpan" su discurso. Este control constante ejercita la capacidad del cerebro para enfocar su atención, lo que se traduce en beneficios más allá del lenguaje (Bialystok, 2015).

La capacidad de alternar entre dos idiomas también tiene implicaciones en la flexibilidad cognitiva que es la capacidad de cambiar entre distintas actividades, estrategias o planes (Bialystok, 2015). Por ejemplo, Xóchitl, al hablar con amigos de la ciudad en español y con sus padres en náhuatl, está usando esta habilidad de forma constante.

Además, la memoria de trabajo, que nos permite mantener activa y manipular información relevante durante un corto período, también resulta beneficiada en los bilingües (Blom et al., 2014). Por ejemplo, Charlotte, al aprender español, necesita recordar las reglas gramaticales y el vocabulario mientras construye frases completas en tiempo real.

De esta forma, el uso de estos procesos extralingüísticos durante el aprendizaje y uso de una segunda lengua se ha vinculado con una mejora significativa para llevar a cabo distintas actividades de la vida cotidiana que no sólo tienen que ver con el lenguaje. Asimismo, estos procesos cognitivos no solo ofrecen ventajas inmediatas, sino que también tienen beneficios a largo plazo. El bilingüismo está asociado con una mayor agilidad mental, lo que puede retrasar el inicio de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer (Guzmán-Vélez & Tranel, 2015).

Conclusiones

El bilingüismo en un contexto migratorio no es solo una necesidad práctica, sino una experiencia profundamente transformadora. A lo largo de este artículo, hemos explorado cómo la mente bilingüe se adapta al vivir entre dos idiomas: desde los desafíos de acceder a palabras en un idioma nuevo hasta los procesos cognitivos que esta dualidad fortalece.

En última instancia, el bilingüismo es más que un logro individual, es un puente entre culturas y una herramienta para crear conexiones en un mundo cada vez más globalizado. Para los migrantes, aprender y mantener dos idiomas es una forma de navegar entre dos mundos, de honrar sus raíces mientras se abren a nuevas oportunidades. Cada palabra aprendida, cada conversación en dos lenguas, es una muestra del poder del lenguaje para adaptarse, unir y transformar.

Referencias

- Belinchón, M., Igoa, J., & Rivière, Á. (2009). *Psicología del Lenguaje: Investigación y teoría*. Trotta.
- Bialystok, E. (2015). Bilingualism and the Development of Executive Function: The Role of Attention. *Child Development Perspectives*, 9(2), 117–121. <https://doi.org/10.1111/CDEP.12116>
- Blom, E., Küntay, A. C., Messer, M., Verhagen, J., & Leseman, P. (2014). The benefits of being bilingual: Working memory in bilingual Turkish-Dutch children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 128, 105–119. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.06.007>
- Cárdenas Gómez, E. P. (2014). Migración interna e indígena en México: Enfoques y perspectivas. *Intersticios sociales*, 7, 1–28.
- Guzmán-Vélez, E., & Tranel, D. (2015). Does bilingualism contribute to cognitive reserve? Cognitive and neural perspectives. *Neuropsychology*, 29(1), 139–150. <https://doi.org/10.1037/neu0000105>
- INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Kroll, J., Van Hell, J., Tokowicz, N., & Green, D. (2010). The Revised Hierarchical Model: A critical review and assessment. *Bilingualism: Language and Cognition*, 13(3), 373–381. <https://doi.org/10.1017/S136672891000009X>
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2023). Boletín anual 2023: Estadísticas migratorias para-México. <https://mexico.iom.int/sites/g/files/tmzbd11686/files/documents/2024-03/estadisticas-migratorias-2023.pdf>
- Schmid, M. S. (2013). First language attrition. *Linguistic Approaches to Bilingualism*, 3(1), 94–115. <https://doi.org/10.1075/lab.3.1.05sch>

Von Holzen, K., & Mani, N. (2012). Language non-selective lexical access in bilingual toddlers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(3), 321–335. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.02.002>

Mtro. Armando Quetzalcóatl Angulo Chavira. Técnico Académico Asociado C de Tiempo Completo y estudiante de Doctorado en Psicología en el área de Neurociencias de la Conducta. Adscrito a la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sus líneas de investigación se centran en los procesos de cognición en población típica y atípica, redes léxicas, predicción del lenguaje y modelado computacional.
 Email: angulo-chavira@comunidad.unam.mx.

Lic. Alejandra Mitzi Castellón Flores. Doctorante en el área de Análisis Experimental del Comportamiento en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Adscrita al Laboratorio de Psicolingüística de la misma institución. Sus investigaciones se enfocan en predicción lingüística, adquisición del lenguaje en poblaciones típicas y atípicas, desarrollo del lenguaje en síndrome de Down, ritmo y toma de decisiones.
 Email: mitzicastellon@comunidad.unam.mx.

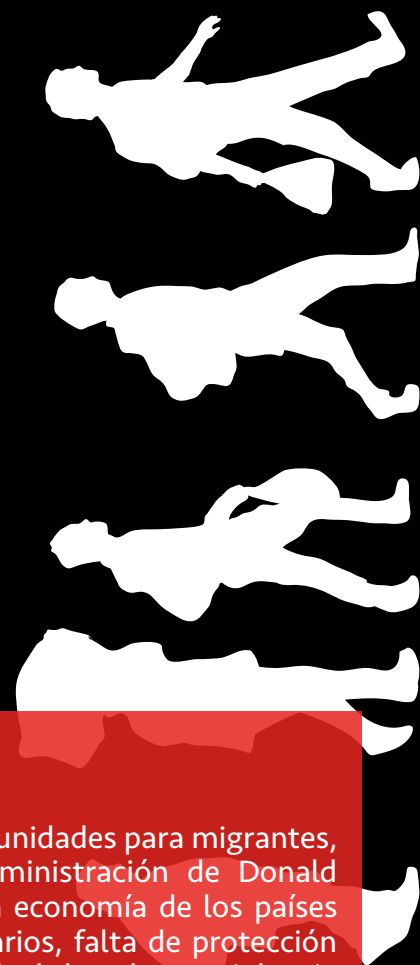
Dra. Natalia Arias Trejo. Profesora investigadora de tiempo completo y coordinadora del Laboratorio de Psicolingüística en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores con nivel II. Sus áreas de estudio incluyen la adquisición del lenguaje, el procesamiento lingüístico en condiciones de desarrollo típico y atípico, las redes semánticas y la predicción lingüística.
 Email: nariast@unam.mx.



La migrantofobia

de Donald Trump

Francisco Javier
Guerrero



RESUMEN

En tiempos recientes, Estados Unidos dejó de ser visto como la tierra de oportunidades para migrantes, principalmente por la creciente migrantofobia promovida durante la administración de Donald Trump. Históricamente, el trabajo de los migrantes ha sido esencial para la economía de los países desarrollados, a pesar de que estos trabajadores suelen enfrentar bajos salarios, falta de protección laboral y discriminación. Sin embargo, el aumento masivo de migrantes huyendo de la pobreza, violencia y falta de oportunidades ha provocado tensiones sociales y económicas en los países receptores. Trump, adoptando un discurso xenófobo, calificó a los migrantes, en particular a los mexicanos, de amenazas sociales y criminales, proponiendo deportaciones masivas. Esta postura refleja la pérdida de poder de las clases dominantes frente a la realidad económica que hace a los migrantes indispensables, y al fortalecimiento de sus organizaciones sociales. Además, la política migratoria agresiva genera conflictos internacionales, como con Colombia y México, cuya diplomacia debería ser más firme en defensa de sus connacionales. Finalmente, se critica a los líderes ultraderechistas que, con discursos radicales, ponen en riesgo la cohesión social y el desarrollo económico, augurando que no serán quienes tengan la última palabra en la historia. El objetivo del artículo es analizar la transformación del discurso migratorio en Estados Unidos bajo Donald Trump, sus implicaciones sociales, económicas y políticas, y la resistencia de los migrantes y sus países de origen frente a la creciente migrantofobia.

Palabras clave: Migraciones, Donald Trump, migrantes, migrantofobia, Donald Trump

Por cielo y tierra, por mares y aires, hace unos cuantos años se proclamaba que los Estados Unidos de América eran un gran país debido a que recibía migrantes de todo el mundo. Recordemos, por ejemplo, que el famoso director de origen turco Elia Kazan fue acusado por el Comité de Actividades Antiamericanas (con el cual colaboró Donald Trump) de ser un agitador comunista; entonces Kazan imploró perdón y, demostró que era un buen ciudadano norteamericano y delató miserablemente a otros intelectuales de ser también pérfidos comunistas. En sus películas Kazan trató de demostrar que en los EE.UU. los griegos y los turcos olvidan sus rencillas y casi se aman, los franceses y alemanes ya no se la pasan peleando y se abrazan reiteradamente, chinos y japoneses son grandes amigos y todo el mundo se la pasa feliz en la patria del Tío Sam. Lo que a mí en particular me extrañaba es que en ese paraíso muchos mexicanos residentes discriminan a muchos de sus compatriotas.

En realidad, en casi todos los países desarrollados el trabajo de los migrantes ha sido fundamental para la marcha de la economía, ya que por lo común los migrantes son trabajadores que reciben sueldos y remuneraciones muy bajos, carecen de sindicatos y organizaciones que los protejan, no disponen de prestaciones, en muchas ocasiones son sobreexplotados y son víctimas del racismo y la xenofobia, como sucede efectivamente con nuestros compatriotas no solamente en los EE.UU. sino en Canadá y algunos países europeos

se trata de un proletariado notoriamente ubicado en escalas inferiores al rango de los trabajadores de los países receptores, y por ello los grandes empresarios norteamericanos y de países desarrollados le cantaban loas a la migración.

Pero ahora súbitamente la situación. Enormes cantidades de migrantes huyen de las miserables condiciones de vida en sus zonas de origen, huyen del terrorismo de Estado o de la delincuencia organizada, y buscan afanosamente lograr ascensos sociales en los sitios a donde se dirigen estos errantes trabajadores. Se consideran ahora un peligro porque siendo notoriamente muy grandes en número, compiten con los trabajadores nativos en diversos puestos laborales, elevan los costos de las empresas en los lugares como los EE.UU. donde existe una crisis económica y para colmo empiezan a generar organizaciones que luchan más esforzadamente por ampliar sus derechos laborales. Además, en los países receptores existen variados grupos sociales cuyos miembros se quejan amargamente de que los migrantes socaban sus culturas nacionales.

El bravucón presidente de los EE.UU. ahora sufre de una alta temperatura migrantofóbica y ante todo quiere que miles de nuestros compatriotas dejen de ingresar a la patria de Lincoln porque somos morenos, feos, ignorantes y propensos a la delincuencia, por lo cual anuncia que habrá miríadas de deportaciones de migrantes para que retornen a sus lugares de origen. De hecho, lo que

revela Trump es que la capacidad de las clases dominantes de Norteamérica y otros países desarrollados han menguado considerablemente; la mayor parte de las amenazas de este magnate no se pueden cumplir, en buena parte porque once millones de nuestros compatriotas son indispensables en el desarrollo de la economía norteamericana y en buena medida porque las organizaciones sociales de los grupos llamados minoritarios cada vez se fortalecen más considerablemente. Además, la irracionalidad trumpiana pone en peligro a sus propias metas porque no solo atenta contra el mundo laboral, sino provoca conflictos con otras naciones como sucedió en el caso de Colombia. Recientemente el gobierno trumpiano deportó a nuestro país más de diez mil compatriotas. Pienso que la presidenta de México debería de seguir el ejemplo del presidente de Colombia, protestando por ese atraco proclamando que los migrantes no son delincuentes.

En lo particular, pienso que los ultraderechistas Trump y el desquiciado funcionario que gobierna en Argentina no serán los hombres que ríen al último.

Lecturas recomendadas sobre el tema:

- Sandoval Palacios, J. M. (2017). La frontera México-Estados Unidos: espacio global para la expansión del capital transnacional. Secretaría de Cultura Instituto nacional de Antropología e Historia, México.
- Vanegas García, R. M. (2018). Cuatro décadas del Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales México-Canadá: 1974-2014. Secretaría de Cultura: Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Guerrero, F.J. (2012). Indígenas y campesinos. Siete temas a debate con Arturo Warman, México, INAH/Jaime Salcido y Romo Editor.
- Aragonés, A. M. y Salgado, U. (2022) (Coords.), Migración mexicana calificada. Revertir la tendencia, UNAM/IIEc.
- Castillo, G. (Coord.). (2022). Migraciones centroamericanas en México. Procesos socioespaciales y dinámicas de exclusión. México: Universidad Nacional Autónoma de México,

Mtro. Francisco Javier Guerrero Mendoza Investigador Titular "C" de la Dirección de Etnología y Antropología Social (DEAS) del Instituto de Antropología e Historia (INAH). Maestro en ciencias antropológicas por la ENAH y doctorante de la Facultad de Economía de la UNAM. Profesor de la UNAM, la ENAH y otras instituciones de enseñanza superior. Autor de un conjunto de diversos artículos sobre temas sociales, en periódicos, revistas científicas y de divulgación, ha publicado siete libros sobre diversos temas.

Entendiendo la migración:

**Diálogo con el
Dr. Armando Velázquez Soto**

Francisca Alicia Rodríguez Pérez

RESUMEN

Este artículo presenta una entrevista con el Dr. Armando Velázquez Soto, académico de la UNAM, en torno a la complejidad del fenómeno migratorio, con énfasis en los desplazamientos forzados y las migraciones intelectuales en América Latina. La conversación inicia con una reflexión sobre las causas estructurales de la migración actual, como la violencia, el deterioro ambiental, el cambio climático, la precarización laboral, el crimen organizado y la falta de oportunidades. A partir de estas condiciones, se analiza el concepto de migración como una constante histórica del ser humano. Posteriormente, el Dr. Velázquez aborda el papel de las migraciones intelectuales en la creación de redes transnacionales de conocimiento, destacando figuras históricas como Rubén Darío, Pedro Henríquez Ureña y Cristina Rivera Garza, y el papel que han jugado en la circulación de ideas, el fortalecimiento de instituciones y el desarrollo académico en la región. Finalmente, se reflexiona sobre el impacto que estos desplazamientos han tenido en los sistemas educativos y de investigación en América Latina, subrayando la necesidad de condiciones propicias para que estas migraciones sean fructíferas. El artículo propone comprender la migración no solo como un fenómeno económico o político, sino como un proceso cultural que moldea profundamente nuestras sociedades. El objetivo de esta entrevista es explorar los factores estructurales y culturales que impulsan la migración, con especial énfasis en los desplazamientos intelectuales y su impacto en el desarrollo académico y cultural de América Latina.

Palabras clave: Migraciones, exilio, relatos de migraciones, desplazamientos forzados, exilio español

En este número dedicado al tema de las migraciones tenemos el placer de dialogar con Armando Octavio Velázquez Soto, quien es doctor en Letras por la UNAM, profesor de tiempo completo en el Colegio de Letras Hispánicas de la Facultad de Filosofía y Letras; así como en el Posgrado en Letras de la UNAM. Imparte cursos sobre literatura latinoamericana (siglos XVI al XXI) y teoría de la literatura. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y del Seminario de Estudios sobre Narrativa Latinoamericana Contemporánea (SENALC, UNAM). Sus líneas de investigación incluyen las representaciones literarias de la memoria, poéticas del archivo en la narrativa latinoamericana contemporánea, los relatos sobre desplazamientos forzados (migración), el estudio de las representaciones literarias y audiovisuales de la(s) masculinidad(es), decolonialidad y estudios de la precarización.

Iniciamos esta interesante charla para conocer algunos aspectos importantes sobre los principales factores que impulsan la migración; posteriormente, abordaremos las migraciones intelectuales y cómo han contribuido al fortalecimiento de nuestra universidad; finalmente, trataremos algunas representaciones sobre la migración en literatura y cine.

¿Cuáles son los principales factores que impulsan la migración?

Diversos teóricos han planteado que la migración ha sido una constante en la historia de la humanidad. Antes de asentarnos

éramos nómadas, nos desplazábamos de un lugar a otro en busca de recursos. Con el tiempo, la sedentarización no eliminó los movimientos migratorios, sino que estos adquirieron nuevas causas y formas.

Thomas Nail, estudioso del tema que nos ocupa, plantea que la migración, en términos generales, es el desplazamiento de los seres humanos provocado por el agotamiento de oportunidades en su lugar de origen. Factores como la falta de empleo, problemas de salud, contaminación y crisis habitacionales han llevado a muchas personas a migrar en los últimos años.

Hoy en día las personas migran por diversas razones, muchas de ellas vinculadas a la búsqueda de mejores oportunidades económicas, laborales o educativas. También influyen factores como la seguridad, la violencia y la falta de acceso a una vivienda digna, es decir, mejorar las condiciones de vida es el principal objetivo de las migraciones.

El cambio climático, que no existía hace algunas décadas, está provocando que las personas abandonen sus hogares para poder sobrevivir; por ejemplo, en regiones como la Micronesia, en el Pacífico, el aumento del nivel del mar amenaza con sumergir islas enteras, obligando a sus habitantes a trasladarse a otros lugares. Situaciones similares ocurren en el Amazonas, afectando zonas de Brasil, Colombia y Venezuela. La minería también ha generado migraciones, ya que su impacto ambiental destruye ecosistemas y desplaza tanto a comunidades humanas como a la fauna local.

Desafortunadamente, no existen cifras exactas sobre el número de personas que migran, sólo se manejan estimaciones. En México, por ejemplo, se calcula que alrededor de medio millón de personas han sido desplazadas internamente debido a problemas vinculados con el crimen organizado. Todo indica que la migración continuará en aumento en las próximas décadas, convirtiéndose en un problema cada vez más grave.

¿Cómo impacta la migración en las comunidades de origen y destino?

La migración tiene un impacto profundo tanto en las comunidades de origen como en las de destino. Si bien la causa principal de la migración no es exclusivamente económica, el factor financiero juega un papel fundamental. En muchas regiones de México y América Latina, la falta de empleo y el agotamiento de los recursos naturales, han dejado a comunidades enteras dependiendo de las remesas enviadas por los migrantes.

Por ejemplo, en México se estima que, para este 2024, las remesas alcanzarán los 68,000 millones de dólares, una cifra impresionante que sostiene a muchas familias y comunidades. Sin estos envíos localidades no podrían subsistir. De hecho, en numerosos países del Sur Global, las remesas enviadas por las personas migrantes son un pilar esencial para la estabilidad económica.

El impacto de la migración no es solo económico, sino también cultural. Los migrantes envían ropa, música, películas y otros bienes a sus comunidades, influyendo en las

costumbres y formas de vida. Sin embargo, en los países de destino, su presencia genera dinámicas más complejas. La contratación de migrantes, especialmente aquellos en situación irregular, puede reducir los costos de producción y, en consecuencia, abaratar la mano de obra, lo que genera tensiones en los mercados laborales locales. Esta es una de las razones por las que países como Estados Unidos, Canadá y varias naciones europeas implementen políticas para restringir el flujo migratorio.

El impacto en el destino también es notable en los ámbitos cultural y social. En Estados Unidos, por ejemplo, se estima que hay más de 10 millones de mexicanos, lo que ha dado lugar a una comunidad vibrante que influye en la gastronomía, el idioma, las tradiciones y la vida cotidiana del país. La migración transforma tanto las comunidades de origen como las de destino, siendo el impacto económico uno de los más significativos.

¿Qué retos enfrentan las personas migrantes durante su viaje?

Los desafíos que enfrentan dependen en gran medida de los recursos con los que cuentan. Cuando pensamos en migración solemos imaginar desplazamientos precarios, como los realizados en La Bestia, los trenes de carga en México, o las embarcaciones sobrecargadas que cruzan de África hacia Europa, muchas de las cuales naufragaban, causando la muerte de cientos de personas cada año. Sin embargo, la migración se da

de muchas formas, y mientras más recursos tenga una persona, menores serán los obstáculos que enfrentará en su trayecto.

Por ejemplo, tras la pandemia surgieron los “nómadas digitales”, migrantes del Norte Global que se instalan en países del Sur Global porque pueden trabajar de manera remota. Estas personas suelen contar con un alto nivel educativo e ingresos económicos elevados; se establecen en las zonas más exclusivas de las ciudades y con ello contribuyen a la gentrificación. Algo similar ocurre con los jubilados de países como Canadá y Estados Unidos que eligen vivir en Baja California, o europeos del norte que migran al sur de España o Italia en busca de un clima cálido y un costo de vida más bajo.

Por otro lado, la migración puede ser una experiencia sumamente adversa y peligrosa. Alguien que migra Haití en una embarcación precaria puede enfrentarse a la muerte en el mar o, en el mejor de los casos, a un arduo viaje a pie o en transporte clandestino, donde el riesgo de agresión, abuso, secuestro o deportación es constante. Como lo señala Thomas Nail, los desafíos de la migración no solo dependen de los recursos económicos, sino de otros factores como la educación, el dominio del idioma y la documentación disponible. Además, ciertas condiciones pueden agravar aún más los riesgos. Migrar es aún más difícil para personas sin documentos legales, con problemas de salud, de la tercera edad, o que pertenecen a comunidades vulnerables, como la LGBTQ+. Un caso extremo es el de las infancias migrantes que viajan so-

las desde Centroamérica o América del Sur hacia Estados Unidos; algunos apenas tienen siete o diez años y deben enfrentar un trayecto lleno de incertidumbre y peligro.

Por el contrario, los migrantes privilegiados suelen experimentar una realidad completamente distinta. En muchos casos, ni siquiera aprenden el idioma del país al que llegan y esperan que todo se adapte a sus necesidades. En conclusión, mientras más recursos tenga una persona, menores serán los retos que enfrentará en su proceso migratorio.

¿Cómo afecta y qué papel juega la migración en la relación entre México y Estados Unidos?

La migración desempeña un papel fundamental en la relación entre México y Estados Unidos, tanto en el ámbito económico como en el político. En términos económicos, las remesas enviadas por los migrantes mexicanos son un pilar clave para la economía del país y el sustento de muchas familias. Hasta 2022-2023, se estimaba que estas divisas representaban más del 4 % del Producto Interno Bruto (PIB) de México, y es probable que actualmente esta cifra haya aumentado 5 o al 6 %. Esto significa que, sin las remesas de las personas migrantes, la economía mexicana enfrentaría una crisis severa. Si bien la migración mexicana ha estado históricamente enfocada en Estados Unidos, en los últimos años ha aumentado el flujo de migrantes hacia Canadá y, en menor medida, hacia algunos países europeos, principalmente España.

Además del impacto económico, la migración también tiene un fuerte componente político. A lo largo de la historia, el flujo migratorio de mexicanos hacia Estados Unidos ha sido utilizado como una herramienta de negociación en temas de economía y seguridad. Un ejemplo claro son los gobiernos de Donald Trump, quien ha utilizado la amenaza de construir un muro fronterizo – supuestamente pagado por México– como una estrategia de presión política. Aunque la construcción de un muro de esas dimensiones era inviable, su discurso sirvió para obtener concesiones económicas y políticas.

El tema migratorio sigue siendo una pieza clave en las campañas presidenciales de Estados Unidos, donde se debate constantemente sobre el control de la frontera y la contención de los migrantes. Esto demuestra que la migración no solo es un fenómeno social y económico, sino también una herramienta de negociación en la relación bilateral entre ambos países.

¿Cómo ha cambiado el panorama de las migraciones intelectuales en Latinoamérica en los últimos 20 años?

Las migraciones intelectuales en América Latina han ocurrido desde la época colonial, con personajes que viajaban dentro del continente o hacia Europa. Si comparamos los desplazamientos que ocurrían en las décadas de los 60, 70 y 80 del siglo pasado con los de los últimos 20 años, encontramos cambios significativos en sus motivaciones y destinos. Durante las dictaduras del Cono

Sur, en países como Brasil, Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay, muchos intelectuales se vieron obligados a migrar, ya sea a países de la región que no estaban bajo regímenes dictatoriales o a Europa.

Con la caída de las dictaduras a inicios de los años 90, la migración intelectual continuó, aunque con nuevas razones. Dos factores principales han impulsado este desplazamiento: realizar estudios de posgrado en el extranjero, ya sea por prestigio académico o por inexistencia de programas en sus países de origen, y la búsqueda de oportunidades laborales que no encuentran en sus naciones.

En este sentido, Estados Unidos se ha convertido en uno de los principales destinos para la intelectualidad latinoamericana. Sus universidades cuentan con una presencia significativa de migrantes académicos de la región, y de casi todo el mundo, quienes primero llegaron como estudiantes y, en muchos casos, permanecen como docentes e investigadores. Esta diversidad ha contribuido a consolidar el prestigio de sus instituciones.

Hoy en día, la migración intelectual ya no se da principalmente por exilio político, sino por cuestiones académicas y laborales. Sin embargo, sigue siendo, en muchos casos, una migración forzada, aunque la intensidad de esa fuerza externa que obliga a las personas a migrar es muy distinta. No es lo mismo migrar para cursar un posgrado que verse obligado a abandonar una ciudad devastada por la construcción de una mina, una presa o por la contaminación del agua. En todos es-

tos casos, hay una fuerza externa que empuja a mujeres y hombres, aunque sus motivos y niveles de necesidad varíen.

¿Qué papel han jugado las migraciones intelectuales en la creación de redes de conocimiento transnacionales en América Latina?

Han sido fundamentales para la creación de redes de conocimiento en la región. Si bien hoy en día el acceso a la información es más fácil gracias al internet, hace dos décadas era una realidad muy distinta. Antes para acceder a libros, publicaciones o cursos de colegas en otros países de América Latina, era necesario viajar o pedirle a alguien los materiales necesarios.

En este contexto, el desplazamiento de intelectuales –tanto mujeres como hombres– ha sido clave para la formación de estas redes. Un ejemplo histórico es Rubén Darío, poeta nicaragüense que, a finales del siglo XIX, recorrió varios países de América del Sur. En sus viajes estableció contacto con numerosos escritores de la época, fundó revistas y publicó su obra, contribuyendo a la difusión del modernismo literario. etcétera. Otro caso relevante es el de Pedro Henríquez Ureña, nacido en República Dominicana y obligado al exilio por razones políticas. Vivió en distintos países de América Latina y pasó años en México, donde entabló amistad con intelectuales como Alfonso Reyes. Más tarde continuó su trayectoria en Estados Unidos y Argentina, desempeñándose como docente e investigador. Estos desplazamientos

permitieron no sólo el intercambio de ideas, sino también la creación de centros de estudio y espacios de producción intelectual que antes no existían.

En la actualidad este fenómeno sigue vigente, en el ámbito literario ocurre frecuentemente. Muchas escritoras y escritores latinoamericanos desarrollan su labor creativa y académica fuera de sus países de origen. Por ejemplo, Cristina Rivera Garza, una de las autoras más destacadas de México y América Latina, ha vivido y trabajado en Estados Unidos durante años. Lo mismo ocurre con Yuri Herrera, quien además de escribir, participa en programas de escritura creativa en universidades estadounidenses.

Si bien el internet facilita la conexión entre intelectuales, el desplazamiento físico sigue siendo crucial para fortalecer estos lazos, fomentar la colaboración y enriquecer el panorama intelectual de la región.

¿Cuál consideras que es el impacto más significativo de estas migraciones en los sistemas educativos y de investigación en América Latina?

Su impacto ha sido profundo en los sistemas educativos y de investigación de la región. Quienes migran en el ámbito académico poseen un vasto capital cultural, lo que les permite insertarse y contribuir significativamente en instituciones educativas, artísticas y científicas. Retomando el ejemplo de Cristina Rivera Garza, ella fundó un posgrado en escritura creativa en idioma español en la Universidad de Houston,

donde trabaja en la actualidad. En el caso de México, muchas personas dedicadas a la academia llegaron al país debido a los exilios provocados por las dictaduras del Cono Sur, y han desempeñado un papel fundamental en el ámbito universitario.

Si miramos aún más atrás, el exilio español de la década de 1930, provocado por la dictadura franquista, también dejó una huella profunda en México. Intelectuales españoles contribuyeron a la creación de instituciones fundamentales como el Colegio de México, y enriquecieron el panorama académico al integrarse como profesores e investigadores en las universidades. Además, fundaron editoriales y revistas que fortalecieron el desarrollo intelectual del país.

Es innegable que el desplazamiento de intelectuales ha sido clave en la articulación cultural de América Latina desde el siglo XIX hasta la actualidad. Sin embargo, para que su impacto sea realmente significativo, es necesario que el país receptor ofrezca condiciones favorables para su integración. Los intelectuales exiliados españoles encontraron en México un ambiente propicio para continuar su labor, algo que no siempre ocurre en otras migraciones. No basta con poseer un gran bagaje cultural; si el país de acogida no brinda oportunidades laborales, infraestructura y apertura, la integración se vuelve difícil, incluso cuando se comparte el idioma. En este sentido, las migraciones intelectuales no solo dependen de quienes se desplazan, sino también de la disposición de las naciones receptoras para aprovechar y potenciar ese talento, generando así un verdadero impacto en la educación y la investigación.

¿Cómo han beneficiado las migraciones intelectuales a los ámbitos académicos y culturales de nuestro país?

Retomando el ejemplo de la Guerra Civil Española y el exilio resultante, estos sucesos ocasionaron que muchos intelectuales, académicos y artistas españoles llegaran a México y otras partes de América Latina. Gracias a su capital cultural y a la disposición del presidente de la época, Lázaro Cárdenas, se logró que su llegada fuera productiva tanto para ellos como para nuestro país. Hoy en día en la UNAM existe la cátedra extraordinaria “Maestros del Exilio Español” en la UNAM, dedicada a las labores de estos exiliados, quienes contribuyeron enormemente a la consolidación de nuestra universidad, creando centros de investigación, desarrollando nuevas carreras y modificando planes de estudio.

Del mismo modo, las dictaduras en el Cono Sur también trajeron consigo importantes olas de exilio. La llegada de exiliados argentinos y chilenos a México en las décadas de los 70 y 80 resultó en la creación de editoriales y revistas, así como en la incorporación de profesores a universidades como la UAM, la UNAM y El Colegio de México. Los resultados de estos procesos son notables: en el caso de la Guerra Civil Española, los efectos de ese exilio se siguen viendo casi 100 años después; en el caso de los exiliados de las dictaduras del hemisferio sur, entre 40 y 50 años después, sus contribuciones siguen presentes.

Aunque las causas de la migración de estos intelectuales fueron trágicas, los resultados fueron positivos para nuestra universidad y el desarrollo académico y cultural del país. Esto se debe también a la actitud positiva de muchas de las universidades de nuestro país, que acogieron a estos migrantes integrándolos en nuestras instituciones.

¿Cuáles son los temas recurrentes en los relatos sobre desplazamientos forzados en México y Centroamérica?

Este tema está estrechamente relacionado con mi trabajo, que se centra en los relatos sobre la migración de centroamericanos a través de México. Sin embargo, me gustaría hacer una precisión: mi investigación se enfoca en textos escritos por autoras y autores mexicanos que narran estas experiencias en novelas, poemarios, y ensayos. Lo que no he explorado, y que seguramente existe, es la perspectiva de los propios migrantes centroamericanos sobre su paso por México. Uno de los pocos libros que conozco desde esa mirada es *Los migrantes que no importan* (2010) de Óscar Martínez, periodista salvadoreño, que documenta las experiencias de los migrantes Centroamericanos en tránsito por México.

Por otro lado, en la literatura mexicana hay varias obras que abordan este fenómeno. Algunas de las más destacadas son *Amarás a Dios sobre todas las cosas* (2013) de Alejandro Henández, *La fila india* (2013) de Antonio Ortuño, *Las tierras arrasadas* (2015) de

Emiliano Monge y *Desierto sonoro* (2019) de Valeria Luiselli. También existe un poemario especialmente impactante el *Libro Centroamericano de los muertos* (2018) de Balam Rodrigo, que retrata la migración de centroamericanos de manera cruda y conmovedora. A partir de estas obras, he identificado algunos temas recurrentes en los relatos sobre desplazamiento forzado. En primer lugar, están las causas de la migración, generalmente relacionadas con la pobreza, la violencia, y la falta de oportunidades. Luego, el trayecto por México, descrito como una experiencia brutal marcada por la violencia, el crimen organizado, la corrupción policial y, en algunos casos, la hostilidad de las propias comunidades. Finalmente, se aborda la llegada a su destino, que en la mayoría de los casos es Estados Unidos. Muchos relatos destacan la imposibilidad de cruzar la frontera y la necesidad de quedarse en México, o en el peor de los casos, regresar a su país de origen.

¿Qué papel juegan los relatos de desplazamientos forzados en la visibilización de las crisis humanitarias de la región?

Son fundamentales para visibilizar las crisis humanitarias en la región, especialmente ante la indiferencia que suele existir en nuestros países hacia los migrantes. Esta indiferencia, muchas veces sustentada en prejuicios raciales y de clase, nos lleva a percibirlos como ajenos a nosotros, como si no tuvieran los mismos derechos o, peor aún, como si fueran criminales. Paradójicamente, ideas similares a las del discurso de odio de

Donald Trump hacia los mexicanos son reproducidas en nuestro propio país contra los migrantes centroamericanos.

La literatura, el cine y los documentales contribuyen a humanizar las historias de la migración y nos hacen mirarlas más allá de nuestros prejuicios. Un ejemplo conmovedor es el documental *Llévate mis amores* (2014) de Arturo González, que no se centra directamente en los migrantes sino en “Las Patronas”, un grupo de mujeres que habitan la comunidad de Guadalupe, la Patrona en Veracruz, y que a pesar de vivir en condiciones muy precarias, desde hace casi treinta años preparan diariamente más de 300 porciones de comida para los migrantes que viajan en los trenes conocidos como La Bestia. Su labor es un gesto de solidaridad y resistencia que contrasta con la indiferencia de las autoridades y sectores más privilegiados de la sociedad.

Estos relatos no solo nos informan, sino que también nos interpelan: nos hacen conscientes del sufrimiento de los migrantes y nos invitan a actuar. La función de estas historias va más allá de la denuncia; buscan conmovernos y recordarnos que, incluso en pequeñas acciones, podemos hacer una diferencia.

¿Cómo ve la relación entre los relatos literarios sobre migración y desplazamiento forzado y las narrativas mediáticas y políticas?

No quiero enfocarme únicamente en los relatos literarios, sino también en documentales y en algunas películas. Creo que estas

obras tienen un papel fundamental: contrarrestar la perspectiva política y mediática de la migración. ¿A qué me refiero con esto? En el ámbito político y mediático, cuando se habla de migración se suelen presentar sólo cifras: tantos millones de migrantes, tantos exiliados, tantas personas buscando asilo. Aunque las cifras son relevantes, al ser presentadas de esta manera no logran impactarnos realmente. Lo que hacen los libros, documentales, películas e incluso canciones, es mostrarnos lo que está detrás de estas cifras.

Nos recuerda que más allá de números hay personas que padecen, que sufren, que han perdido todo y se ven obligadas a desplazarse y migrar. Si nos limitamos a los discursos políticos y mediáticos, podemos perder de vista el aspecto humano de la migración. En este sentido, el arte y la cultura visibilizan realidades que, de otra forma, quedarían ocultas.

¿Cómo visualizas la migración en los próximos años?

La migración seguirá aumentando en las próximas décadas, como lo han señalado diversas investigaciones y observatorios internacionales. Tanto la migración interna, dentro de los propios países, como la migración internacional continuarán en ascenso debido a tres factores principales: económicos, de seguridad y ambientales.

Ya he hablado de la economía y la seguridad, por lo que quiero centrarme en el cambio climático, que ya está afectando a

millones de personas en todo el mundo. Lejos de ser un problema futuro, es una crisis en curso que se intensifica año con año. La elevación del nivel del mar está cubriendo islas, la contaminación y la deforestación están destruyendo territorios, la minería arrasa con ecosistemas y la escasez de agua potable se vuelve cada vez más crítica. Además, los fenómenos meteorológicos extremos, como olas de calor, huracanes más intensos y lluvias torrenciales están haciendo inhabitables muchas regiones.

En el caso de México, el cambio climático ya se ha manifestado con récords de temperatura en la Ciudad de México y en otras regiones, y se espera que estos fenómenos sean cada vez más frecuentes y severos. Este deterioro ambiental impulsará aún más el desplazamiento de poblaciones, tanto dentro de los países como entre ellos.

Por lo tanto, en los próximos años veremos un aumento significativo en los flujos migratorios: la combinación de crisis económicas, inseguridad y desastres ambientales hará que la migración sea una realidad cada vez más intensa y compleja en el futuro.

Conclusión

La migración es un fenómeno cada vez más complejo y, lejos de disminuir, se seguirá intensificando. Lo vemos en los desplazamientos masivos desde África hacia Europa, en la migración constante hacia Estados Unidos y en las crisis humanitarias en Medio

Oriente, como la de los miles de palestinos forzados a abandonar sus hogares. A esto se suma el conflicto en Ucrania y, cada vez más, el impacto del cambio climático como factor determinante en el desplazamiento de poblaciones. Dada la multiplicidad de causas que impulsan la migración, es un tema que no podemos ignorar y que seguirá marcando el futuro de nuestras sociedades.

Para consultar

Internet archive, "Llévate mis amores", consultado el 9 de diciembre de 2024 recuperado de: <https://archive.org/details/LlévateMisAmores>

Entrevista completa en:

<https://www.youtube.com/watch?v=JMCpxaGI12k>



Dr. Armando Velázquez Soto



Facultad de
Estudios
Superiores
Aragón
Órgano oficial de información



CONVOCATORIA

El Consejo Editorial de la revista digital PaCiencia Pa'Todos invita a la comunidad a contribuir con artículos de divulgación de la ciencia.

PaCiencia Pa'Todos es una revista digital de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM adscrita a la Cátedra UNESCO Universidad e Integración Regional. Se publica de manera semestral y tienen como objetivo divulgar la ciencia, la tecnología, la cultura y el arte, especialmente para jóvenes de nivel bachillerato y licenciatura interesados en el conocimiento.

Las contribuciones deben emplear un lenguaje claro, ágil y atractivo, evitando tecnicismos innecesarios.

En caso de utilizar términos especializados, estos deben explicarse de manera sencillo para garantizar la comprensión de un público amplio.

En esta ocasión, convocamos a la comunidad a enviar trabajos para el número 18 de la revista, el cual abordará el tema:

"Un planeta, una salud"

CONVOCATORIA
ABIERTA

30
JUNIO

Buscamos artículos que expliquen cómo la ciencia, la tecnología, la educación y la cultura contribuyen al cuidado de la salud humana, animal y ambiental.

Para el envío de trabajos, así como para consultar la política editorial y las recomendaciones para autores contáctanos.

Contacto

✉ pa.ciencia.pa.todos2020@gmail.com

🌐 <https://publicaciones.aragon.unam.mx>

Migrar con el corazón en la maleta

María Magdalena Sarraute
Requesens

*Migrante Venezolana en
México*

RESUMEN

El texto *Migrar con el Corazón en la Maleta* ofrece una contribución significativa a la divulgación sobre la experiencia migratoria desde una perspectiva personal y reflexiva. A través de una narrativa que combina elementos poéticos y descriptivos, la autora expone las dimensiones emocionales y culturales del proceso migratorio, enfatizando el impacto del desplazamiento en la identidad y el sentido de pertenencia.

El objetivo principal del trabajo es visibilizar los retos psicosociales que enfrentan las personas migrantes, incluyendo el duelo por la pérdida del lugar de origen, la incertidumbre ante lo desconocido, y la reconstrucción de un nuevo hogar en tierra ajena. La autora destaca la importancia de reconocer la migración como un proceso complejo que implica tanto la resignificación del pasado como la construcción de nuevas redes afectivas y culturales.

Esta contribución aporta un enfoque humanista y sensible que facilita la comprensión del fenómeno migratorio desde la voz de quien lo vive, promoviendo la empatía y el respeto hacia las experiencias diversas de los migrantes. Asimismo, invita a reflexionar sobre la necesidad de políticas y prácticas sociales que acompañen este proceso de integración sin exigir la renuncia a la identidad original.

Palabras clave: Migración, sentimientos, patria, Venezuela

El adiós nunca se dice de verdad

Migrar duele
en lugares que ni sabías que tenías.
Duele en la voz,
cuando callas el miedo,
la incertidumbre del futuro.
Duele en la piel,
cuando te arrancas del calor que te nombra.
Duele en los ojos,
porque se llenan de futuro y de pasado
al mismo tiempo.

Aquel día,
cerré la puerta de mi casa por última vez.
Y sin saberlo,
cerraba también una parte de mí
que nunca más volvería igual.
Dejaba atrás mi ciudad,
mi Maracay, ciudad jardín
donde aprendí a caminar,
a leer,
a amar.

Dejaba las carcajadas en la acera,
las empanadas mañaneras
las arepas infladas como sueños.
Dejaba mi historia
en suspenso,
con puntos suspensivos tatuados en el pecho.

Y tú... tú solo caminas
con el corazón colgando en un pabilo,
como una vela que se enciende
pero no quiere consumirse.

No fue una salida grandiosa.
No hubo fiesta.

Solo un susurro en la madrugada:
*"Nos vemos, mamá, papá... los llamo cuando
llegue."*

Ser fuerte en ese momento
no fue fácil.
Mis hijos/as me abrazaban,
me jalaban el alma
para que no me vaya.

Guardé las primeras lágrimas
para la terminal de autobuses
que me llevó a la frontera con Colombia,
las siguientes
en cada aeropuerto,
en cada vuelo,
hasta llegar a México.

La migración tiene su protocolo:
guardar las emociones
en una bolsita Ziploc,
junto al pasaporte
y el pan con diablito.

Y ahí estaba yo,
con los zapatos llenos de barro emocional,
subiéndome a un avión
que me alejaba de todo
y me acercaba a algo
que no conocía.

El cielo era el mismo,
pero mi vida cambiaría su camino.
No se migra con los pies.
Se migra con el alma,
con los recuerdos,
con los silencios,
con las palabras que no cupieron
en la despedida.

Y a veces, incluso,
con culpa.
Porque irse también es dejar.
Y dejar
duele más que irse.

Llegar es otro verbo que también duele

México me recibió
con los brazos abiertos...
luego del robo,
y de tantos sufrimientos.

Llegar fue una mezcla de asombro y abismo.
Todo era distinto:
el aire,
las voces,
los significados.

La primera palabra que escuché fue:
“¿De dónde era?”
Y mi acento,
como pasaporte visible,
se adelantó a mi historia.
Mi voz me delataba
antes de poder explicar mis raíces.

Ciudad de México:
inmensa,
vibrante,
desbordada.

Sus calles, un laberinto.
El metro, una aventura.
El clima, una sorpresa.

La comida...
ay, la comida:
picante, deliciosa, ajena.
Y yo, siempre dispuesta.
Probar ha sido mi forma de decir: *estoy viva*.

Pero lo más fuerte no fue el cambio cultural.
Fue la transformación interna.

Llegar duele
porque implica reconocer
que ya no estás
donde te conocen,
donde te nombran
sin preguntar.

El anonimato pesa.
El ego se desploma.
La nostalgia muerde.
Lo nuevo no se comprende.

Mis primeras semanas
fueron un mosaico de contradicciones:
gratitud por estar viva,
por un techo,
por un plato de comida.
Pero también miedo.
Un miedo hondo.
Un miedo de no saber el futuro.
Culpa por lo que dejé.
Agotamiento de la montaña rusa emocional
que vivía.

Dejar lo que fui, sin olvidar quién soy

Buscar trabajo fue otra muralla.
Hubo promesas falsas.
Tuve que dejar mis egos,
mis diplomas,
mis reconocimientos,
mis certezas.

Trabajé en casas de familia.
También en una universidad
que pagaba poco,
pero me dio lo más grande:
amigos,
afectos,
una nueva familia.

Allí no me desconectaba
de quién era.
Allí, aún enseñaba,
aunque fuera con otras maneras.

Pero no estar legal en nuevas tierras
no es sencillo.
¿Mi nombre?
¿Mi acento?
¿Mi historia?
Todo parecía estar
bajo sospecha.

Y aun así...
uno se dobla,
pero no se rompe.

Porque al migrar,
una aprende a ser como la flor de loto:
bella,
abierta al sol,
flotando sobre el fango.

Desde el centro del abismo

Dicen que empezar de nuevo
es una oportunidad,
pero a veces
se siente como castigo
con disfraz de promesa.

En Venezuela,
yo era otra:
la que sabía,
la que enseñaba,
la que ofrecía el conocimiento
como quien reparte luz.

En México,
por un tiempo,
fui la que preguntaba,
la que pedía,
la que aprendía
otra vez
a ser.

Tuve que vaciarme.
Soltar títulos,
referencias,
estatus.
Soltarme a mí,
para encontrarme distinta.

Y en ese vacío,
comencé a llenarme
de nuevos rostros,
nuevas formas de hacer,
nuevas maneras de ser útil
desde el alma.

Un día,
sin darme cuenta,
ya no era la recién llegada.
Era parte del paisaje.
Del ruido,
del ritmo,
del alma colectiva
de una ciudad que ya no me veía ajena.

Comprendí, entonces,
que los saberes no se pierden.
Se reconfiguran.
Se abren como flores en tierra extraña.

No dejé de ser.
Me transformé.
No estaba por debajo de lo que fui,
sino más cerca de lo que podía ser.

Y así,
en el corazón de México,
comencé a renacer.
No como antes.
No como soñé.
Sino como la mujer
que vuelve a tejerse
con otras palabras,
otros horarios,
otros pasos.

Mis arepas,
compartidas entre tacos y tamales,
sabían a encuentro.

Mis recuerdos,
geografía emocional en conversación,
enseñaban más que mapas.

Mis manos,
que hacían oficio,
también hilaban afecto.

Tejían humanidad
en cada gesto cotidiano.

Y entendí, por fin,
que el abismo no era fin.
Era inicio.
Era semilla.
Era raíz flotante buscando agua.
Y la encontré.

Raíces en tierra prestada

Hay árboles que crecen en macetas,
y aun así florecen.
Así me sentí los primeros meses en México:
desubicada,
pero viva.

No tenía tierra propia,
pero tenía hambre de echar raíces.
No buscaba solo trabajo:
buscaba pertenencia.
No quería solo sobrevivir:
quería vivir de nuevo,
con todos los sentidos.

Fue en los pequeños gestos
donde encontré la primera humedad
que nutre el alma:

una señora del mercado
que me dijo “mi hija”
como si mis heridas fueran parte suya;

una vecina
que me regaló tortillas recién hechas
y me habló sin preguntarme por papeles;

una amiga chilanga
que me enseñó a hacer pozole
y me dejó llorar
sin decir "no llores".

Los afectos empiezan así:
como gotas.
Y luego son lluvia.
Y luego, río.
Y luego,
familia.

En México encontré amigas
que no hablaban como yo,
pero sentían como yo.
Corazones en distinto acento,
pero con el mismo temblor.
Encontré un nuevo amor
de esos que son para toda la vida

Gente que me abrió la puerta
de su casa,
de su historia,
de su mesa.

Gente que me preguntó por Venezuela
no desde la lástima,
sino desde la curiosidad que abraza.

Gente que no me pidió
modificar mi acento,
sino que lo celebró
Que se apropiaron de nuevas palabras
como quien recibe un canto distinto.

Gente que me llamó y a quién llamo
"hermana"
Gente que llamaron sobrinos a mis hijos
y ellos tíos
sin pedirnos documentos.

Y entendí que no migramos solos.
Migramos en colectivo,
incluso sin saberlo.

Migramos con los abrazos
que nos dan otros migrantes,
con los consejos
que ya alguien ha probado,
con las manos tendidas
de quienes no preguntan "de dónde vienes"
sino "¿cómo estás hoy?"

Y así,
una mañana cualquiera,
caminando por una calle,
con el sol en la espalda
y la nostalgia como sombra,
me sorprendí pensando:
"Esto ya me parece casa."

Aunque mi acento todavía suena
como quien toca la puerta,
aunque mi bandera duerme
en otra frontera,
aunque la nostalgia aún respira bajito
en las noches más largas,
algo en mí sabía
que ya no estaba perdida.

Estaba, sí,
en tránsito,
pero también
estaba construyendo un nuevo hogar.

Uno sin paredes fijas.
Uno con olores compartidos.
Uno donde caben mis recuerdos
y mis nuevos amores.

Uno donde
soy extranjera,
pero no ajena.

Historia, piel y casa: el renacer migrante

Hay que tener el alma abierta
para aprender.
Y migrar
es eso,
un curso intensivo de humildad.

En México,
la historia se respira:
en las piedras del Templo Mayor,
en los grafitis que gritan justicia,
en las cicatrices del '68,
en los cantos del Zócalo,
en Frida,
en Zapata,
en las danzas que aún recuerdan
lo que los libros olvidan.

Yo venía con mi duelo venezolano
a cuestras,
con el miedo de no volver a los míos
Y pasó, sin poder haber estado
en el lecho de muerte
De mi padre amado
como quien carga una patria deshilada
en una maleta rota.

Tuve que hacer espacio
para la historia de este pueblo,
que también ha sido herido,
silenciado,
resistido.

Y en ese espejo
empecé a verme distinta.

Aprendí que la identidad
no es una bandera,
es un proceso.
Que la patria puede ser
el lugar donde no tienes miedo
de soñar.

Ser de aquí o de allá
no pesa tanto
cuando aprendes a ser
con los otros.

Descubrí geografías que no conocía
Comí chapulines,
y los encontré poéticos.
Me perdí en mercados
llenos de flores,
aromas,
colores y ruidos,
y me dejé abrazar
por esa fiesta cotidiana.

Cada cultura es un libro abierto.
Y leerla con respeto,
con asombro,
es también una forma de agradecer.

México no solo me dio trabajo y techo,
me dio historia,
me dio arte,
me dio ternura.

De cicatriz y renacimiento

Migrar es una herida que no sangra,
pero deja cicatriz.
Es una escuela sin pupitres,
donde aprendes
con el cuerpo,
con el alma,
con la espera.

Al principio,
me rompí muchas veces.
Lloré en baños públicos.
Envié mensajes con la voz rota.
Soñé que volvía a casa
y despertaba en una ciudad distinta,
sin fotos,
sin olores,
sin abrazos de infancia.

Pero un día,
sin darme cuenta,
ya no lloraba tanto.
Respondía "estoy bien"
sin mentir.

Caminaba sin GPS.
Sabía qué ruta tomaba el microbús.
Reconocía los nombres del metro
como quien empieza a nombrar
su mundo de nuevo.

Resiliencia no es aguantar.
Es transformarse.
Es doblarse sin quebrarse.
Es volverse raíz,
aunque la tierra sea ajena.

No me hizo inmune al dolor.
Me hizo amiga de él.
Le di un espacio en mi vida,
pero no el centro.

Y también,
aprendí a celebrar.
A reír con ganas.
A bailar sin saber los pasos.
A abrazar sin miedo.
A decir
"ya no me duele tanto",
aunque a veces, sí doliera.

Con el tiempo,
la migración dejó de ser
solo herida.
Se volvió luz.
Una luz rara,
pero mía.

Ya no era la misma,
pero tampoco peor.
Era otra.
Más fuerte.
Más amplia.
Más yo.

Donde hubo tránsito, ahora hay hogar

Hoy,
cuando cocino arepas
con queso Oaxaca,
sé que no traiciono a mi tierra.
Estoy mezclando mis mundos,
como quien junta dos cielos
en una sola mañana.

Honro de dónde vengo
y celebro dónde estoy.

Hoy,
cuando escucho a Lila Downs mientras limpio,
cuando pongo papel picado junto a una cruz
de palma,
cuando digo "chingón"
sin que me suene ajeno,
sé que México ya no es
solo el país que me recibió.
Es uno de mis hogares.

Y Venezuela...
Venezuela vive en mí.
En mi voz.
En mi sazón.
En mis gestos.
En la forma en que abrazo y narro.

Tengo dos patrias.
Una de origen.
Una de reconstrucción.
Ninguna por encima de la otra.
Ambas
me hacen ser
quien soy.

Porque el alma también migra,
pero no se olvida.
Solo se expande.

Un himno íntimo a quienes migramos

A ti,
que estás leyendo esto
y también migraste,
te abrazo.
Con la certeza
de que cada palabra aquí
la lees no como texto,
sino como espejo.

A ti,
que estás pensando en migrar,
no tengas miedo de tener miedo.
Pero tampoco tengas miedo
de florecer.

Y a ti, México,
gracias.
Por no exigirme que deje de ser
para poder pertenecer.
Por darme posada,
aunque llegué
con los pies rotos.

Por enseñarme
que el amor
no tiene acento
y que el hogar
puede comenzar
con la alegría
en una taza de café compartida.

Yo, migrante,
no tengo una sola raíz.
Soy rizoma.
Soy puente.
Soy voz que cruza mares.
Soy nombre nuevo,
sin olvidar el antiguo.

Migré con dudas.
Pero sigo con amor.
Y si me preguntan
quién soy ahora,
respondo:

**Soy esa quien ha migrado.
Y, aun así, o precisamente por eso,
sigo siendo yo.**





Huberta Márquez Villeda

RESUMEN

El artículo explora cómo el arte de la pintura y la gráfica han documentado visualmente la historia social y migratoria de México, especialmente la transición del campo a la ciudad en el siglo XX. A través de obras emblemáticas, como **La marcha de la humanidad** de Siqueiros y las litografías del Taller de la Gráfica Popular (TGP), se representa la lucha campesina por la tierra, la migración forzada hacia zonas urbanas y la transformación del campesino en obrero. El TGP, con artistas como Leopoldo Méndez y Pablo O'Higgins, retrató la crítica social mediante imágenes que denunciaban la desigualdad, registraban el desplazamiento del campo a la ciudad y mostraban la creación de nuevas identidades urbanas. Estas obras reflejan tanto el "sueño urbano" como las tensiones derivadas del crecimiento desorganizado de las zonas conurbadas como Ecatepec o Netzahualcóyotl. Aunque el TGP desapareció en 1970, su legado perdura como evidencia del papel de la migración en la configuración social del México moderno. El fenómeno migratorio, como constante histórica, sigue marcando la identidad y las vivencias de las generaciones actuales, que aún se enfrentan a desafíos similares, desplazándose entre periferia y ciudad, manteniendo viva la memoria y la crítica plasmadas en estas obras gráficas. El Objetivo del artículo es analizar cómo el arte gráfico y pictórico ha representado y denunciado los procesos migratorios del campo a la ciudad en México durante el siglo XX, revelando su impacto social, ideológico y urbano.

Palabras clave: Migraciones, pintura, taller de gráfica popular, artes gráficas

El arte de la gráfica y de la pintura construyen la historia visual de un México moderno, historia reconocida en imágenes emblemáticas con formas, colores, trazos, gestos que cuentan transformaciones sociales, espaciales, ideológicas y culturales dadas por la migración del campo a la ciudad. Hoy día se observa en diversos medios de comunicación imágenes que aglutinan personas, niños, niñas, mujeres y hombres solos o acompañados en busca de un sueño que desean se haga realidad, la búsqueda de mejor vida sigue siendo un móvil migratorio. Llegar a nuevas tierras que les permita desarrollarse, crecer y subsistir con dignidad, respeto y justicia. En ese mismo sentido no hay que olvidar que a lo largo de la historia de la humanidad hay registros del nomadismo donde el ser humano está en busca de un mejor espacio para establecerse. Espacios que le dieron ventajas de vida gracias al pastoreo y al cultivo del suelo, el descubrimiento de la agricultura fue uno de los acontecimientos más importantes que determinaron el sedentarismo, y, al mismo tiempo, permitió la organización social, así, al paso del tiempo se constituyó un orden político, económico, social y cultural.

Salto cuántico

En el incipiente siglo XX en el México Revolucionario se creó el slogan de “la tierra es de quién la trabaja”, dicha por el caudillo Emiliano Zapata y Otilio Montaña, quienes en el Plan de Ayala establecido en el año de 1911, proclamaron la lucha campesina, cuyo objetivo principal era la restitución de la propiedad de las tierras a los campesinos en

este Plan se incorporó la leyenda “reforma, libertad, justicia y ley”. La tierra, el agua y las posibilidades de sembrarla parecía ser más un pretexto que una realidad, ya que los hacendados, caciques y terratenientes no sólo eran dueños de la tierra, sino también tenían control del mercado de lo que en ella se producía, aspecto que limitó el desarrollo de la agricultura en manos de los campesinos de forma libre y que ésta se efectuará con éxito. Fue así como los campesinos se colocaron a manera de protagonistas de la Revolución Mexicana. El arte de la pintura es testigo de aquellos acontecimientos, que de forma alegórica transcribe detalles que muestran la lucha por sus tierras. *La marcha de la humanidad* creada por Siqueiros (Fig. 1), es una obra emblemática que muestra cómo los campesinos se lanzan a la lucha por la tierra, pero que al paso de los años se complejiza por cuestiones políticas, y que tuvo como consecuencia la migración campesina.



Figura 1. La marcha de la humanidad (1965). Alfaro Siqueiros. Pintura mural del Polyforum Siqueiros (Arte del siglo XX, Tomo VI)

TGP Alegoría de la migración

El taller de la gráfica popular (TGP 1937-1970) en México se presenta como una alegoría que ilustra el proceso migratorio del campo a la ciudad dado alrededor de los años 50's, el cual encarnó en sus imágenes la transformación física e ideológica del espacio rural y el espacio urbano a nivel nacional, hacer una alegoría entre las imágenes con el hecho real habla de la creación artística donde los artistas del grabado en litografía, xilografía, linóleo y metal recurrieron a la estampa para poder identificar los cambios más relevantes que la sociedad mexicana estaba viviendo.

El TGP se fundó con fines sociales en beneficio de los intereses del pueblo de México (2008), por ello, en los estatutos se estableció que la producción gráfica no debería favorecer la reacción fascista. En ese sentido, Leopoldo Méndez (1902-1969) y Pablo O'Higgins (1904-1983) se responsabilizan por crear imágenes simbólicas, que al día de hoy reconocen la ideología del momento, del mismo modo recrean el paisaje y las realidades sociales de la vida en la ciudad de México (2008 pág. 113), pero sobre todo lo más significativo fue esa integración de actores que en una sinergia contextual dada entre los campesinos migrantes del campo en la ciudad tuvieron que cambiar su rol para convertirse en la clase trabajadora efectuando actividades de construcción, obreros en las fábricas, realización de diferentes oficios como: mecánica, boleros, vendedores ambulantes, electricistas entre otros; donde en teoría obtuvieron alternativas de empleo. Cuadros dibujados

en piedra son la evidencia de la mirada de Pablo O'Higgins, registro visual que ha determinado una historia comprendida en un periodo de tiempo de cambios, un México moderno en medio de una lucha social en busca del respeto ajeno.

Como ejemplo (Fig. 2) y (Fig. 3) *El desayuno o el almuerzo* (1943) y el *Electricista* muestran escenas que con el tiempo se convirtieron en cuadros cotidianos.



Figura 2. El desayuno o el almuerzo 1942. Litografía



Figura 3. Electricista 1943. Litografía

Lo que es un hecho es que estas realidades al día de hoy son obras de arte de la gráfica que muestran a un México lleno de cambios, que develan el fenómeno de la migración, el cual, bajo la alegoría, es llamado "sueño urbano" (2008 pág.113), que en medio de los andamios, obras en construcción identificadas como obras negras, asfaltos y espacios ciudadanos se vio reflejado lo que en su momento pudo haberse reconocido como un problema migratorio, abstraído desde el espíritu social y revolucionario con representaciones de lugares, paisajes desolados de las provincias, que, como consecuencia, alteran las costumbres, las tradiciones, la vida del campo y la organización social generando con ello un nuevo constructo, enfocado a la mejora social. Es posible que en el énfasis del discurso del afamado progreso las imágenes contengan una narrativa de crítica social que, como común denominador del siglo XX, sigue con diferentes fisonomías en pro de contribuir a la justicia social que se derivó del lema "la tierra es de quien la trabaja". Las imágenes creadas por el TGP son arquetipos que aún describen a la persona de México en una mirada extranjera, pero, sobre todo, son obras de arte que retratan a los obreros y campesinos en la fusión de una clase social dada por la migración, que en grupos contribuyeron a nuevas formas de vida y de convivencia, que al integrarse se enfrentaron a una gran hostilidad de las personas ya establecidas en la ciudad con mayor solvencia económica.

Zonas conurbadas

En ese sentido, el factor primario fue la implementación de industrias fuera de la ciudad creando con ello las zonas conurbadas, espacios que hoy tienen su propia fisonomía, pero que es histórico el hecho de su conformación poblacional en esta integración migratoria del campo a la ciudad. Tal fue el crecimiento demográfico, que en esa misma época se decretó la prohibición de construcciones de fraccionamientos en la ciudad de México, por ello se desarrolló un proyecto de urbanización hacia el área metropolitana, y así fue como nació Ciudad Satélite en el municipio de Naucalpan, de la misma manera se diseñó Netzahualcóyotl en teoría una de las mejores ciudades urbanas para recibir a la clase trabajadora. Pero eso no fue suficiente, a la par el Municipio de Ecatepec creció descomunemente ya sin una organización previa, ya que lo más importante era sacar a la industria de la ciudad y solventar las necesidades de empleo que se acrecentó debido a la migración que día a día se manifestó con mayor fuerza.

La figura 4, se presenta como un retrato cotidiano. La clase trabajadora sin rostro, sin personalidad, sin identidad, casi como una masa activa, si, una clase trabajadora donde todos son iguales. Leopoldo Méndez en su carácter de artista crítico tuvo una amplia mirada del entorno social.



Figura 4. Sin título 1950. Leopoldo Méndez. Aguafuerte. Sitio virtual de la Colección Blaisten.

En este sentido, al paso de los años la población migrante del territorio nacional se concentró mayormente fuera de la ciudad de México en asentamientos urbanos, creando una distinción entre la ciudad en sí y las áreas conurbadas, con ello es a considerar que se marcó más la diferencia entre lo urbano y lo rural. El campesinado, el obrero, así como los nuevos profesionales se unificaron para forjar un nuevo ambiente, las amistades florecieron al grado de formar nuevas comunidades, y allá en la ciudad se expresaba y se expresa “Vives hasta Ecatepec” con una impresión en el rostro de asombro y admiración.

Finalmente, es importante mencionar que el Taller de la Gráfica Popular se desvaneció alrededor del año de 1970, pero las obras siguen vivas como evidencia de que todo ser humano se mueve, no se queda quieto frente a la adversidad. Se expresó como crítica social en cada una de sus obras, manifiestos de apoyo a movimientos populares, revolu-

cionarios, agrarios, obreros, electricistas, su postura fue siempre de carácter político a favor del cambio. Lo anterior marcó y marca a los migrantes como individuos desplazados, fuera de contexto y marginales, títulos categóricos con los cuales hasta el día de hoy son identificados y que el mundo del arte contemporáneo ha rebautizado como habitantes de la periferia creando con ello un nuevo discurso de creación. Al parecer los municipios ya no están conformados por migrantes, son nuevas generaciones quienes habitan estos espacios, sus propias plazas comerciales, sus escuelas, su infraestructura, los complejos habitacionales, fuentes de empleo sostienen a una nueva sociedad. Sin embargo, aún muchos habitantes de los municipios se trasladan hacia la ciudad, podríamos decir que nuevamente se es migrante de ida y de regreso. A tal caso que es posible que cada uno comparta su propia experiencia migratoria, que en un intercambio de vivencias la migración sea un común denominador. Por ello, es probable que la mayoría de las personas seamos de alguna manera migrantes.

Referencias

- Márquez, H. (2013). Ecatepec, un espacio propicio para la integración de obra gráfica. UNAM. México. (Tesis de maestría en FAD UNAM)
- Colección Blaisten (2008). Gritos desde el archivo. Grabado político del Taller de la Gráfica Popular. Difusión Cultural UNAM
- Historia del Arte Mexicano (1982). Tomo 101. SEP.INBA. SALVAT
- Pablo O'Higgins Hombre del siglo XX. (1992). Coordinación de difusión cultural. UNAM

Huberta Márquez Villeda, su línea de investigación va entre la experiencia del aprendizaje del dibujo en el diseño, con intervenciones del arte, la cultura y la imagen. Docente en Diseño y Comunicación Visual en ambas modalidades en la FESC-UNAM. Doctora en docencia en artes y diseño, maestra y licenciada en artes visuales por la FAD-UNAM.

Sin cegar el juego, propuesta del Diseño

Daniela Velázquez Ruiz, Julio
César Romero Becerril y Linda
Emi Oguri Campos



RESUMEN

El derecho al juego, consagrado en el artículo 31 de la Convención sobre los Derechos del Niño, debe garantizarse para todas las infancias, incluyendo aquellas con discapacidad visual. La UNESCO destaca la importancia del juego en la transmisión de valores culturales desde temprana edad, a través de juguetes, dinámicas y espacios lúdicos que fomenten la participación y el sentido de pertenencia. Sin embargo, las niñas y niños ciegos enfrentan una notable exclusión al contar con escasos recursos diseñados para su recreación, lo que limita su desarrollo integral, interacción social y autoestima. Ante esta problemática, el diseño gráfico, industrial y arquitectónico asume un papel fundamental mediante propuestas inclusivas, como juegos de mesa accesibles. Estos juegos pueden despertar la motivación, mejorar la concentración, fomentar el trabajo colaborativo y fortalecer habilidades táctiles y cognitivas, beneficiando tanto el bienestar físico como emocional. El diseño accesible requiere una visión multidisciplinaria que combine ergonomía, percepción sensorial, dinámica social y producción. Así, se posibilita la creación de experiencias lúdicas que integren a todas las infancias sin distinción. Promover el juego inclusivo no solo es un acto de justicia social, sino una herramienta poderosa para construir comunidades más empáticas, equitativas y cohesionadas desde la infancia. El objetivo del artículo es reflexionar sobre la necesidad de garantizar el derecho al juego de niñas y niños ciegos mediante el diseño inclusivo de juegos de mesa, destacando el papel del diseño en el desarrollo integral, la inclusión y el bienestar de las infancias con discapacidad visual.

Palabras clave: Infancias, Niños, niñas, diseño, inclusión, diseño accesible

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), ha señalado que las niñas y niños aprenden de valores culturales desde la socialización, en este sentido, el juego y actividades lúdicas para las infancias comprende el diseño de juguetes, programas virtuales y dinámicas interactivas que parten de estrategias cercanas para su comprensión y participación en el mundo, en ese sentido, se rescata la valiosa oportunidad de representar en dichos instrumentos los valores simbólicos de su entorno cultural mediante colores, formas, signos, instrucciones y decoraciones así como usos y costumbres para el afianzamiento de un sentido de pertenencia.

La convención sobre los Derechos del Niño de las Naciones Unidas define en su artículo 31 el derecho del niño y la niña al descanso y el esparcimiento, al juego y a las actividades recreativas propias de su edad y a participar libremente en la vida cultural y en las artes, los estados, por tanto, tienen responsabilidad de respetar y promover el derecho del niño y la niña a participar plenamente en condiciones de igualdad en su recreación y esparcimiento.

Bajo dicho propósito, las instituciones, el gobierno, las familias y todas las autoridades sociales, tienen la tarea de garantizar condiciones necesarias para que las niñas y niños puedan jugar, perspectiva que contempla los espacios, entornos accesibles, las zonas verdes, seguras y de acceso gratuito, así como el mobiliario y accesorios que le inte-

gran, todo ello que debiese estar diseñado para un goce pleno por parte de las infancias.

Ahora bien, ¿qué sucede si partimos de la reflexión del desarrollo integral de la comunidad de niñas y niños ciegos?, es notable que se evidencia la existencia de una limitada oferta de recursos para satisfacer el derecho al entretenimiento, lo cual de manera inherente representa formas de exclusión y segregación social, obstaculizando oportunidades de interacción social, aprendizaje, fortalecimiento de habilidades esenciales para la vida diaria y su desarrollo.

El ejercicio profesional del Diseño Gráfico, Industrial y Arquitectónico, compromete por tanto una actuación empática y sensible con el entorno, dispuesto a construir nuevas realidades y relaciones sanas de convivencia, los juegos de mesa para personas ciegas específicamente en el campo de la recreación accesible, detona retos a lo largo del proceso de diseño, desde su conceptualización, materialización y puesta en marcha, sin embargo, un conocimiento profundo de su función como estímulo de un pensamiento estratégico para niñas y niños, pone a prueba la creatividad e innovación a través de diversos planteamientos, uso de materiales, entre otros, todos ellos, para abordar algunas situaciones a continuación mencionadas:

- Despertar la motivación y el interés
- Propiciar la permanencia en el juego a través de la concentración que conduce a acciones conscientes

- Fortalecer el trabajo en equipo y la comunicación efectiva,
- Construir relaciones positivas, respetuosas y colaborativas
- Contribuir a la autoconfianza, autoestima y autonomía de las infancias con ceguera.
- Despertar la observación e imaginación
- Brindar espacio de convivencia y diversión
- Potenciar destrezas táctiles o correspondientes a otros sentidos para conocer el mundo
- Beneficiar el bienestar físico, cognitivo, mental y emocional

Lo anterior tiene oportunidad gracias al abordaje multidisciplinario que implican por se las disciplinas diseñísticas, desde elementos anatómicos y ergonómicos, de percepción sensorial, usabilidad, dinámicas didácticas y de convivencia social hasta cuestiones productivas y de gestión entre muchas otras.

Es de esta manera que el abordaje integral acarrea consigo la aplicación de una gama importante de beneficios donde destaca el desarrollo en múltiples aspectos de las niñas y los niños favorecido por la promoción de las relaciones sociales a partir de la inclusión que propicia la actividad del juego.

Lecturas recomendadas sobre el tema:

- Adkins, A. y Sewell, D. y Cleveland, J. (2016). El desarrollo de destrezas táctiles. Texas School for the Blind and Visually Impaired. Disponible en: <https://www.tsbvi.edu/tx-senseabilities/issues/spring-summer-2016/el-desarrollo-de-destrezas-tactiles>
- Martínez de la Peña, G. (2009). La percepción y su importancia en la generación de un diseño háptico para personas con discapacidad visual. México, D.F., México: Universidad Autónoma Metropolitana
- Fondo de las Naciones Unidas para la infancia. (2018). UNICEF Publicaciones. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://www.unicef.org/sites/default/files/2019-01/UNICEF-Lego-Foundation-Aprendizaje-a-traves-del-juego.pdf>

Dra. Daniela Velázquez Ruiz. Investigadora SNII. Cuerpo Académico “Diseño y Desarrollo Social” de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Estudios en Derechos Humanos e Inclusión. Miembro de la Asociación Latinoamericana de Diseño (ALADI), de la Red Internacional de Inclusión Social desde los Diseños (UAEMEX), así como de la Cátedra UNESCO “Universidad e Integración Regional UNAM”.

Dr. Julio César Romero Becerril. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (México) Nivel 1. Colaborador del cuerpo académico de investigación “Diseño, Territorio e Inclusión” del Centro de Investigación de Arquitectura y Diseño de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma del Estado de México. Profesor de Asignatura en la Licenciatura en Diseño Industrial y Especialidad en Accesibilidad Universal para la Arquitectura y la Ciudad de la misma Universidad.

Dra. Linda Emi Oguri Campos. Investigadora SNII. Cuerpo Académico Diseño, Territorio e Inclusión de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMEX. Coordinadora General del Coloquio de Diseño FAD-UAEMEX desde el 2015, titular de un Modelo Industrial otorgado por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

Leishmania en movimiento: la aventura de un parásito viajero

Raquel Aguilar Rosales

RESUMEN

El ciclo de vida del parásito *Leishmania spp.*, causante de la leishmaniasis, una enfermedad que afecta a cientos de miles de personas anualmente. Transmitido por la picadura de flebótomos, este parásito alterna entre humanos, animales y el insecto vector. La enfermedad presenta tres formas clínicas: cutánea, mucocutánea y visceral, siendo esta última la más grave. Su propagación se ha visto intensificada por factores como el cambio climático, la deforestación y las migraciones humanas, lo que ha permitido que el vector alcance nuevas zonas geográficas. Esto plantea un desafío para los sistemas de salud, debido a la dificultad en su diagnóstico y al desconocimiento en áreas donde la enfermedad no era endémica. El texto enfatiza la necesidad de estrategias de prevención, campañas de sensibilización, fortalecimiento del diagnóstico y control del vector. Asimismo, subraya que la expansión de la leishmaniasis refleja el impacto de las acciones humanas en la salud pública. Por ello, destaca la importancia de la educación, la vigilancia epidemiológica y la investigación científica como pilares fundamentales para hacer frente a este problema de salud global. El objetivo es concientizar al público sobre la leishmaniasis, su transmisión, expansión y consecuencias, destacando la importancia de la prevención, el diagnóstico oportuno y la acción colectiva frente a los cambios ambientales y sociales.

Palabras clave: *Leishmania spp.*, parásito viajero, úlceras, parásito, insecto

¿Cómo puede un insecto más pequeño que un grano de arroz transformar la vida de millones de personas en todo el mundo? Esta es la historia de la leishmaniasis, una enfermedad causada por un parásito llamado *Leishmania spp.*, que, aunque diminuto, tiene un gran impacto en la salud de personas y animales. Este parásito se transmite a través de la picadura de pequeños insectos conocidos como flebótomos, llamados así por su hábito de alimentarse de sangre, especialmente por las hembras de los géneros *Phlebotomus* y *Lutzomyia* (Abadías *et al.*, 2021).

La leishmaniasis está presente en algunas zonas de 88 países y afecta principalmente a personas en regiones tropicales y subtropicales (MedlinePlus, 2021). Existen más de 20 especies diferentes de *Leishmania spp.*, cada una capaz de causar distintas formas de la enfermedad. En su mayoría, estos parásitos tienen como fuentes de infección a animales como perros y roedores, aunque en algunos casos, como lo serían las especies *Leishmania donovani* y *Leishmania tropica*, los humanos son los principales portadores del parásito (Abadías *et al.*, 2021).

El impacto de esta enfermedad está creciendo debido a los cambios ambientales. El calentamiento global, la deforestación y el desplazamiento de seres vivos está facilitando que los flebótomos lleven el parásito a nuevas regiones, algunas de las cuales no estaban preparadas para enfrentarlo (OMS, 2023).

En tal caso, ¿cómo podemos enfrentar este problema? Primero debemos comprender a *Leishmania spp.* A nivel científico se ha

avanzado mucho, sin embargo, aún queda trabajo por hacer para controlar la enfermedad y evitar su impacto. A lo largo de este artículo, exploraremos las claves para comprender el parásito y la enfermedad que causa.

Abordando este tema se busca no solo comunicar, sino también resaltar la importancia de tomar acción, desde la investigación científica hasta la educación del público para enfrentar al parásito.

El impacto de un parásito viajero

La **leishmaniasis** es una enfermedad causada por la picadura de un insecto flebótopo. Esta enfermedad parasitaria puede presentarse de tres formas principales (Romero, 2018; OMS, 2023):

1. Forma cutánea, la cual provoca lesiones en la piel (Figura 1)
2. Forma mucocutánea, la cual afecta las mucosas de la nariz, la boca y la garganta
3. Forma visceral, conocida como “kala-azar”, está compromete órganos vitales como el hígado y el bazo.

En relación con la leishmaniasis visceral, se ha identificado a diversos animales, incluidos los perros, como fuentes de infección del parásito *Leishmania infantum*. Los perros, aunque en muchas ocasiones no presentan síntomas, llegan a ser el hospedero del parásito en su organismo. Los flebótomos adquieren el parásito al alimentarse de su sangre y lo transmiten a otros seres vivos, incluyendo a los seres humanos. El ci-

clo mencionado permite que la enfermedad siga proliferando, facilitando la transmisión continua de la leishmaniasis (Vilas-Boas *et al.*, 2024).



Figura 1. Úlceras ocasionadas por leishmaniasis (Sandoval, 2024)

Según cifras de la OMS, a nivel global, la leishmaniasis afecta a entre 700,000 a 1 millón de personas cada año. Las campañas preventivas, el control de los insectos y la educación comunitaria son esenciales para reducir el nivel de afectación de esta enfermedad y mejorar la salud de las poblaciones en riesgo (OMS, 2023).

El viaje de Leishmania: del insecto al ser humano

El parásito *Leishmania spp.* alterna entre el mamífero (humano o animal) y el insecto flebótomo (mosca chiclera o de arena). Todo comienza cuando un flebótomo pica a un mamífero infectado y toma sangre que contiene una de las dos formas del parásito: llamada *amastigote*, que está dentro de las células infectadas del mamífero (Número 1, Figura 2). (CDC, 2024).

Dentro de la mosca, los *amastigotes* son liberados de las células infectadas y posteriormente se transforman en la otra forma del parásito llamada *promastigote* (Número 2, Figura 2), que se multiplican en el estómago del insecto. Luego, los *promastigotes* migran a la trompa de la mosca (conocida como probóscide) (Número 3, Figura 2). Cuando la mosca pica a otro mamífero, le transmite los **promastigotes** a través de su saliva, que regurgita al picar (Número 4, Figura 2) (CDC, 2024).

Al entrar en el nuevo huésped, los *promastigotes* invaden células del sistema inmunológico llamadas *macrófagos* (Número 5, Figura 2) Dentro de los *macrófagos*, los *promastigotes* se convierten nuevamente en *amastigotes*, que se multiplican dentro de una especie de "bolsa" dentro de la célula. (Número 6, Figura 2) Los *amastigotes* se multiplican rápidamente y luego salen de la célula, buscando infectar otras (Número 7, Figura 2) (CDC, 2024).

El ciclo se repite cuando otra mosca pica al mamífero infectado y toma sangre con células infectadas con amastigotes (CDC, 2024). En este trayecto, el *flebótomo* actúa como un puente entre los mamíferos, llevando al parásito de un lugar a otro.

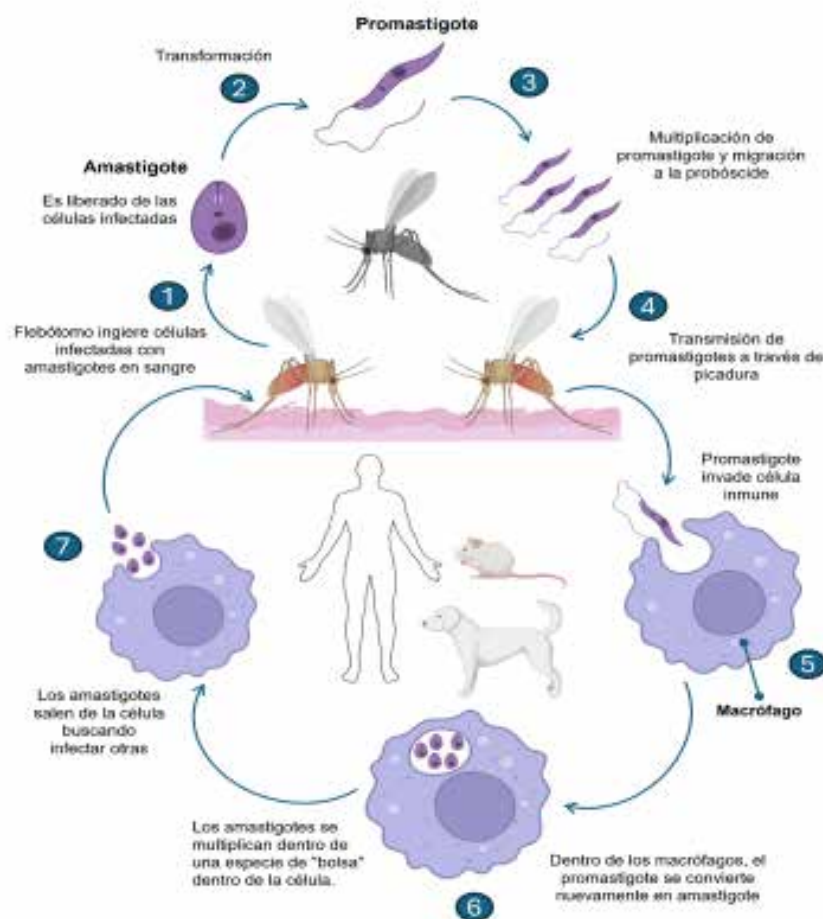


Figura 2. Ciclo biológico principal de *Leishmania* spp (Información obtenida de: Texeira et al., 2013)

¿Por qué la Leishmaniasis está alcanzando nuevas regiones?

La propagación de *Leishmania* spp. y el insecto flebótomo, está vinculado a factores ambientales y sociales que actúan como motores de su expansión, llevándola a regiones donde antes no era común.

El cambio climático ha generado un impacto notable en el hábitat de los flebótomos. Las temperaturas globales en aumento han permitido que estos insectos puedan aumentar su población y actividad durante meses adicionales al año. Este fenómeno extiende el periodo de transmisión del parásito, aumentando las oportunidades de infección durante más meses del año (Palomares et al., 2020).

No obstante, la deforestación y la urbanización afectan significativamente, ya que permiten el acercamiento de los flebótomos a zonas habitadas por humanos. Al verse afectados los ecosistemas naturales, ya sea por tala de árboles, agricultura o el desarrollo urbano, esto obliga a los flebótomos a buscar refugio cerca de las viviendas; lo que facilita el contacto con humanos y animales domésticos. Esto aumenta la probabilidad de transmisión de la enfermedad en comunidades cercanas a áreas intervenidas por actividades humanas. (Palomares et al., 2020).

Las migraciones humanas conducen a un puente adicional para la propagación de la *leishmaniasis*; llevando la enfermedad a regiones donde no es común (Palomares et al., 2020). Estos factores resaltan la necesidad apremiante de estrategias integrales de control, que incluyan monitoreo ambiental, educación comunitaria y uso de medidas preventivas.

Desafíos diagnósticos y la necesidad de una detección oportuna

El diagnóstico de la *leishmaniasis* llega a ser un desafío, ya que hay similitudes clínicas con otras enfermedades, lo que podría llevar a que se pase por alto o se demore su identificación. En este contexto, es fundamental que el personal de salud examine la *leishmaniasis* dentro del diagnóstico diferencial, especialmente en casos donde los síntomas sugieren afecciones cutáneas persistentes o inusuales.

Sería ideal que los profesionales de la salud, para ofrecer un diagnóstico oportuno, se mantengan actualizados de las características clínicas de la enfermedad y sean capacitados respecto a las herramientas diagnósticas disponibles. Esto no solo involucra reconocer los signos más comunes, sino también considerar la *leishmaniasis* en situaciones clínicas menos frecuentes donde los síntomas pueden ser más sutiles.

Actualmente gracias a los cambios climáticos y migraciones, la *leishmaniasis* podría presentarse en áreas donde no es habitual, esto puede aumentar la importancia de que los profesionales de la salud estén alerta y preparados para diagnosticarla en lugares donde no era común.

¿Qué podemos hacer?

En zonas donde es común la enfermedad, para prevención personal, se recomiendan repelentes de insectos (que contengan DEET), uso de ropa protectora (como playeras de manga larga), la instalación de mosquiteros sobre las camas, instalación de malla fina en puertas y ventanas. Además, es importante evitar áreas donde la presencia de estos insectos sea alta (particularmente de noche, cuando los insectos son más activos) (Cosma et al., 2024).

La relevancia de las campañas de salud pública y la investigación en el control de la enfermedad son una pieza clave en la prevención. Las campañas de educación y sensibilización ayudan a que las comunidades comprendan los riesgos.

La investigación sobre mejores métodos de diagnóstico, tratamiento y control de insectos son fundamentales para afrontar el problema de forma adecuada. Entre algunas de las estrategias se incluye la vigilancia activa de las poblaciones humanas y animales (fuentes de infección del parásito) y la mejora en el acceso a la atención médica para quienes viven en áreas afectadas. (Cosma et al., 2024).

El camino hacia el futuro

Leishmania spp. ejemplifica cómo los cambios en nuestro entorno (como el cambio climático, la migración y la deforestación), pueden afectar incluso a los organismos más pequeños y pasados por alto. La *leishmaniasis* derivó de una enfermedad limitada a ciertas regiones, y con el tiempo

ha comenzado a expandirse a más poblaciones de seres vivos debido a la alteración de los hábitats naturales de los *flebótomos*, el cambio de los patrones climáticos y los movimientos humanos. Este fenómeno evidencia cómo las acciones humanas pueden tener repercusiones inesperadas.

Vivimos en un mundo donde todo está interconectado, dimensionando que las decisiones que tomamos localmente pueden tener repercusiones globales. Aunque los insectos y parásitos se desplazan debido a los cambios globales cada uno de nosotros tiene un papel crucial en la protección de nuestras comunidades y el equilibrio natural. Las acciones de control y prevención que realizamos diariamente pueden marcar la diferencia para frenar la propagación de enfermedades como la leishmaniasis. La responsabilidad no solo recae en las políticas o en los grandes esfuerzos colectivos: sino también en las decisiones individuales que tomamos para cuidar nuestro entorno y nuestra salud.

Referencias

- Abadias Granado, I, Diago, A, Cerro, P.A, Palma Ruiz, A. M, Gilaberte, Y. (2021) Leishmaniasis cutánea y mucocutánea. *Actas Dermo-Sifiliográficas*. 112 (7), 601-608.
- CDC. (2024) Leishmaniasis. <https://www.cdc.gov/dpdx/leishmaniasis/index.html>
- M. (2024) Leishmaniasis in Humans and Animals: A One Health Approach for Surveillance, Prevention and Control in a Changing World. *Trop. Med. Infect. Dis*. 9 (11). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed9110258>
- MedlinePlus (2021) Leishmaniasis. (2 Diciembre 2024) <https://medlineplus.gov/spanish/leishmaniasis.html#:~:text=La%20leishmaniasis%20se%20encuentra%20en,enfermedad%20en%20los%20Estados%20Unidos.Semblanza>
- OMS (2023) Leishmaniasis. (12 enero 2023) <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>
- Palomares, M.J, Segura Navas, L, Renau Solaz, S, Bueno Claros, D. (2020) Leishmaniasis cutáneo-visceral, sospecharla para diagnosticarla. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 22 (85). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322020000100012
- Romero Cabello, R. (2018) Microbiología y parasitología humana: bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias. Editorial Médica Panamericana.
- Sandoval, A. (2024) Leishmaniasis, la enfermedad que se fortaleció con el Tren Maya. <https://corrientealterna.unam.mx/podcast/leishmaniasis-la-enfermedad-que-se-fortalecio-con-el-tren-maya/>
- Teixeira, D, Benchimol, M Rodrigues, J, Crepaldi, P, Pimenta, P, Souza, W. (2013) The Cell Biology of Leishmania: How to Teach Using Animations. *PLoS Pathog*. 9 (10). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003594>
- Vilas-Boas, DF, Nakasone, EKN, Gonçalves, AAM, Lair, DF, Oliveira, DS d., Pereira, DFS, Silva, GG, Conrado, I. d. SS, Resende, LA, Zaldivar, MF, Mariano, RM d. S., Dutra, WO, Chávez-Fumagalli, MA, Galdino, AS, Silveira-Lemos, D. y Giunchetti, RC (2024). Global Distribution of Canine Visceral Leishmaniasis and the Role of the Dog in the Epidemiology of the Disease *Patógenos* , 13 (6), 455. <https://doi.org/10.3390/pathogens13060455>
-
- Raquel Aguilar Rosales.** Pasante de la Licenciatura de Química Farmacéutica Biológica enfocada al área Bioquímica clínica. Investigador realizando una estancia en la Unidad de Investigación de la UNAM en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Entusiasta de la ciencia y la divulgación científica. Apasionada por la microbiología. Creador y Gestor de contenido de la página de divulgación científica en redes sociales Ocelote Científico. Email: rar2200007@gmail.com

Tradiciones mexicanas: La charrería

Juan Arturo Olivares Di



RESUMEN

La charrería, considerada el deporte nacional de México, tiene sus raíces en la época colonial, cuando los españoles introdujeron el ganado vacuno y equino. Inicialmente, los nativos tenían prohibido montar a caballo, privilegio exclusivo de los colonizadores. Sin embargo, con el crecimiento del hato ganadero, se volvió necesario instruir a los indígenas en su manejo, como lo hizo el beato Sebastián de Aparicio. La práctica ecuestre evolucionó de una actividad laboral a una forma de esparcimiento y posteriormente en una disciplina deportiva. Figuras históricas como Ignacio Allende, Francisco Villa y Emiliano Zapata reforzaron el vínculo entre el charro y la identidad nacional. En 1921 se fundó la Asociación Nacional de Charros, que derivó en la actual Federación Mexicana de Charrería. La charreada típica incluye nueve suertes o faenas, entre ellas la cala de caballo, el coleadero y el paso de la muerte. Además, las mujeres han tenido una participación destacada desde 1953, con la formación de las escaramuzas charras. Reconocida a nivel internacional, la charrería representa un símbolo de identidad y orgullo nacional que invita a preservar y valorar nuestras tradiciones. Por lo que el objetivo del presente trabajo es difundir el origen, evolución y significado cultural de la charrería como deporte nacional mexicano, resaltando su papel histórico, sus suertes tradicionales y la participación de la mujer, con el fin de fortalecer el sentido de identidad y pertenencia en torno a esta práctica.

Palabras clave: Charrería, escaramuzas, tradición mexicana, jinete

Introducción

Previo a la conquista, no existía el ganado vacuno ni equino dentro del continente americano y fue hasta la llegada de los españoles cuando se introdujeron dichas especies animales. Una vez establecidas, ya durante la época colonial, se tenía estrictamente prohibido que los nativos se atrevieran a montar a los equinos, ya que era un privilegio exclusivo para los españoles. Sin embargo, conforme se fue incrementando el inventario ganadero, resultaba casi indispensable que se otorgara el permiso respectivo en favor de los nativos, a fin de facilitar su labor en el campo.

Se sabe que, en nuestro México, desde mediados del siglo XVI, el beato franciscano Sebastián de Aparicio -precursor de la charrería en nuestro país-, se dio a la tarea de instruir a los nativos de sus haciendas para que domesticaron las reses y los caballos. Dicha actividad fue alternando en las faenas de trabajo, como un espacio de esparcimiento tanto para los dueños de las haciendas, sus allegados y los propios peones, para irse transformando en un deporte típico del ambiente campirano, lo cual tuvo sus inicios, sobre todo, en ranchos y haciendas de los estados de Jalisco, México e Hidalgo. A partir de ello, resulta interesante hacer notar que el "jinete u hombre de a caballo" ha llenado páginas de honor en nuestra historia, por ejemplo, en la época independentista, a través de la participación emblemática del general Ignacio Allende, quien gustaba de jinetear y torear con su zarape.

Desarrollo

Durante la intervención francesa, se asociaba al hombre de a caballo empuñando las armas, bajo la denominación de los "Chinacos" quienes, con sus reatas y machetes, causaron verdadero pavor a las fuerzas invasoras. Posteriormente, para finales del Siglo XIX se empezarían a desarrollar exhibiciones en plazas de toros, con charros profesionales, tanto en México como en España. De hecho, Ponciano Díaz, el célebre

"Charro-Torero de Atenco" fue quien dio la primera exhibición tanto de charrería como de tauromaquia (Figura 1).



Figura 1. Rancheros jineteando a un toro. Tomado de Imágenes taurinas mexicanas, No. 29 Aportaciones Taurinas Mexicanas.

Durante la época de la revolución mexicana, destacó la presencia del charro, con personajes legendarios de la talla de Francisco Villa quien, con su "División del Norte" compuesta por gente de a caballo logró

grandes victorias. Otro personaje asociado a esta figura fue Emiliano Zapata, quien celebraba sus hazañas con jineteo de yeguas y toros en el “coleadero”. Ya en el México post revolucionario, los hacendados y sus familias, por diversas razones, al irse desplazando a distintas ciudades del país, extrañando sus faenas propias del campo, acostumbraban a reunirse entre ellos, para continuar practicándose.

Hacia el año de 1921, en la actual Cd. De México, se fundó la primera asociación, a la cual se le denominó Asociación Nacional de Charros y, a partir de ella, derivaron muchas otras estatales, de tal suerte que, durante la década de los ochenta del siglo XX, pasarían a formar parte de la Federación Nacional de Charros y algunos años más tarde se unificaron en la que actualmente se conoce como Federación Mexicana de Charrería.

¿Sabes en qué consiste y cómo se desarrolla una charreada típica?

Prepárate para aprender un poco más sobre este interesante deporte cuya identidad adquiere una impronta de nacionalismo mexicano: las “suertes o faenas” son nueve, de las cuales, siete se llevan realizando montando a caballo, otra de ellas se efectúa montando en un toro y una más, estando el charro a pie (Figura 2).

La primera de las siete suertes o faenas que se desarrollan a caballo se conoce como “cala de caballo” y en ella se intenta demostrar la habilidad que tiene el jinete para que el animal obedezca sus órdenes.

Esta se compone de cuatro movimientos, que son los siguientes: 1. Punta o raya”; donde el caballo se desprende a toda velocidad, partiendo desde el fondo del lienzo y se debe detener sobre sus miembros posteriores, en un rectángulo de veinte metros de largo por seis de ancho. 2.- “Lados”. Esta se distingue porque se hace girar al caballo en un determinado sentido, lo más rápido posible, apoyado sobre su pata derecha si se hace girar hacia ese lado y en la izquierda si es el giro contrario, pero sin desplazarse o quitar la pata de apoyo. 3.- “Medios lados” Consiste en hacer que el caballo haga un medio giro hacia el lado derecho y, posteriormente, otro hacia el lado izquierdo. 4.- “Ceja o andadura hacia atrás”; Este es un movimiento no natural en los pasos de los caballos, Se hace que el animal camine hacia atrás en línea recta hasta los cincuenta metros que tiene el lienzo.



Figura 2. Charro floreando la reata, en la ya desaparecida, Plaza de Toros: El Progreso, de Guadalajara Jal. México. En la imagen aparece el Dr. José Ramos, quien cedió amablemente la foto.

A la segunda suerte o faena, de a caballo; se le identifica como “piales en el lienzo”. Esta suerte fue creada, por necesidad dentro del campo mexicano ya que, cuando un ejemplar se apartaba de la manada y salía huyendo, había que hacerlo regresar con los demás animales. Se trata de una de las suertes más peligrosas, ya que de lo que se trata es de lazar las extremidades posteriores, a un animal bruto que pasa frente al charro a una velocidad cercana a los 60 km/h. Al ser lazado el animal, el charro debe dar vueltas con su reata a la cabeza de la montura y detener la carrera del animal, deteniéndose en su totalidad. Como es lógico suponer, al pasar la reata a esa velocidad por la mano del charro, este puede llegar a sufrir luxaciones, fracturas y hasta amputación de algún dedo. En esta faena, la fricción que sufre la reata sobre la cabeza de la silla.

La tercera de las suertes es el muy conocido “coleadero”, cuyo origen se dio en los llanos de Apan, Hidalgo. Esta consiste en correr paralelamente con un toro, sujetar la cola de la res, enredarse en la pierna derecha y dejar que el caballo corra a toda velocidad, con la finalidad de provocar su caída. Lo anterior, debe hacerse en una distancia máxima de sesenta metros. Al momento de recibir el toro, el charro debe saludar (tocar con el dorso de su mano el ala del sombrero) y posteriormente “pachonear”, es decir, palmear el lomo del toro. Se trata de una de las faenas más vistosas y espectaculares, pero que también encierra sus peligros, ya que al ir en plena carrera ambos animales (toro o caballo), puede llegar a ocurrir que, si el toro llega a cruzarse frente al animal, al ir a toda velocidad, la caída de este junto con el jinete resulta inminente.

La cuarta suerte o faena de a caballo es el “jineteo de toro” y es una demostración del valor del charro. De hecho, desde los ruedos más humildes, de vigas, de piedra, de adobe, hasta las plazas de toros más famosas de todo el mundo como la Monumental de Las Ventas, de Madrid, la Real Maestranza de Sevilla, la plaza de Campo Pequeño en Lisboa, el Nuevo Circo de Caracas, la bicentennial plaza de Acho, en Lima y tantas y tantas otras, han sido testigos del valor que ha derrochado el charro al montar toros bravos. Esta faena consiste en permanecer montado sobre el lomo del animal, hasta que haya dejado de reparar para intentar deshacerse del jinete. Para lograr realizar esta suerte, de manera exitosa, el charro se ayuda de un “pretal”, que es una cuerda tejida, ya sea de material de algodón o de lazo; que es donde el charro mete las o la mano entre el lomo. Ello se lleva a cabo en un cajón, donde el jinete es auxiliado por tres compañeros, antes de salir montado hacia el ruedo. Para esta suerte, es posible distinguir diversas formas de jineteo, ya sea sujetándose con una, con ambas manos, con la cara hacia atrás, montando en el lomo o en el cuello del animal, entre otras.

La quinta modalidad de faena corresponde a la “terna en el ruedo”, una suerte que nació, como la mayoría, por la necesidad del trabajo propio en los ranchos y haciendas, para poder curar, castrar, vacunar al ganado. A esta suerte se le identifica como “terna” debido a que la llevan a cabo por tres lazadores. En ella se laza de la cabeza o cuernos al toro, mientras otro charro laza las patas traseras, para derribar al animal. Lo anteriormente descrito se hace con adornos y filigranas de la reata (floreo de la reata) lo

cual da vistosidad a la faena y aumenta los puntos, tanto del charro como de su equipo.

La sexta suerte es una faena se reconoce como “jineteo de yeguas”, solo que en esta ocasión se montan yeguas y potros brutos. Finalmente, la séptima suerte se refiere a las “manganas a caballo”. En ella, el lazador permanece montado y demuestra su destreza o habilidad para manejar la reata, así como la sincronía para poder lazar las manos o miembros delanteros de la yegua bruta. Los arreadores (compañeros que ayudan al lazador) hacen que el animal corra alrededor del ruedo, debiendo pasar entre el charro y la barrera del ruedo, para ser lazadas las extremidades delanteras. Mediante lo anterior, se procede posteriormente a derribar al animal, mediante un tirón que el charro aplica a su reata.

La octava suerte es la denominada “manganas a pie” y es muy parecida a la anterior, solo con la diferencia en que una es a caballo y la otra no. La novena y última suerte o faena es el “paso de la muerte”. En esta como su nombre lo indica, un charro montado “a pelo” (caballo sin silla) espera a que el animal salga del cajón donde sus arreadores, prestos para apoyarlo, esperan a un lado y detrás del charro. Al salir, corren a toda velocidad, y, en plena carrera, el charro brinca, para caer montado sobre el lomo del animal bruto; para lo cual debe sujetarse únicamente de las crines del animal al que acaba de montar y, sobre todo, permanecer sobre el mismo, a pesar de los reparos que este haga.

Seguramente habrás identificado que en este deporte también participan las mujeres, confiriéndole a la festividad una mayor vistosidad. Se trata de las “Escaramuzas

Charras”, quienes engalanan el ambiente, sobre todo, porque, adicionalmente, suelen incluir bailables regionales. Debes saber que el grupo femenil ecuestre surgió en febrero de 1953, dentro de la Asociación Nacional de Charros, bajo la dirección del maestro Luis Ortega Ramos, quien fue el primer instructor de lo que se identificó como “las coronelas” y que dio lugar a muchas más “escaramuzas” en todo el territorio nacional, así como en los Estados Unidos de Norteamérica (Figura 3). Cabe señalar, además que, poco tiempo después de haberse formado la primera escaramuza, se le solicitó al maestro Rafael Ramos Medina que formara otros grupos de escaramuza, siendo muy bien recibidos tanto en nuestro país como fuera del territorio nacional. Por ejemplo, en Canadá, Nicaragua, Venezuela, Costa Rica y Guatemala.



Figura 3. Escaramuza “Flor de Fresa” Irapuato, Gto. México. Foto compartida y autorizada, amablemente, para su publicación, por la entrenadora.

Conclusión

En este breve recorrido histórico de lo que ha sido considerado como “deporte nacional” podemos cerrar, refiriéndonos al hecho de que “el charro” ha pasado a ser reconocido a nivel mundial como símbolo de identidad mexicana. Asimismo, en la actualidad, muchos países han sido testigos también del valor y la belleza de la mujer mexicana dominando cabalgaduras.

Por todo ello, es muy importante que, quienes amamos nuestra patria, podamos darnos a la tarea de conocer e identificarnos con nuestras tradiciones.

Bibliografía.

- Álvarez Del Villar José. Un herradero. Revista Purasangre, (Ya desaparecida). No, 10 octubre 1974. México.
- Aparicio Ramos Francisco. Recuerdos de mi vida charro-aurina. 1ra. Edición, 1966. México.
- Cardenas José Odilón. Caballos de carne y hueso...misteriosas leyendas. Revista Alazán (ya desaparecida). No. 1 enero-febrero/86. México.
- Islas Escárcega Leovigildo. Breve historia de la charrería. Revista Charrería Nacional (Ya desaparecida). Órgano informativo de la Asociación Nacional de Charros. No. 1 febrero de 1962. México.

Juan Arturo Olivares Díaz. Medicina Veterinaria y Zootecnia, FES Cuautitlán UNAM. Profesor del Depto. De Ciencias Pecuarias. FES Cuautitlán, UNAM. Práctica dentro del deporte de la charrería a partir de los 3 años de edad. Ha pertenecido a varias asociaciones de charros, a nivel nacional. Practicante de todas las suertes dentro de la charrería, habiendo desempeñado diversos cargos directivos y ha fungido como instructor. Ha incurrido en el rodeo, estilo americano a nivel nacional, como payaso de rodeo, donde ha pertenecido a varias asociaciones y habiendo sido fundador de dos de ellas. Correo electrónico: medequi@yahoo.com.mx



¿Qué leo?



Las letras impostoras o el vicio criminal del plagio

Raúl Casamadrid

RESUMEN

El artículo reflexiona sobre el significado de leer, escribir, citar, y la problemática del plagio, entendido como copiar sin dar crédito, lo cual equivale a robar y mentir. Partiendo del libro “Letras impostoras: reflexiones sobre el plagio” de Camilo Ayala Ochoa (2023), se aborda el tema desde una perspectiva histórica, social y ética, resaltando la vergüenza intelectual y la importancia de la honestidad académica. El plagio, aunque ahora es una grave falta, antes fue parte de la tradición artesanal de copiar textos antes de la imprenta. Hoy, la accesibilidad digital, las TICs y la inteligencia artificial han facilitado esta práctica, que se ha normalizado, evidenciando una crisis de valores en la sociedad. El texto ejemplifica con un caso mexicano que sacudió las instituciones y revela la impunidad que prevalece. Se enfatiza que el plagio no solo afecta al autor original sino también al lector, al engañarlo. Finalmente, se invita a reflexionar sobre la línea delgada entre influencia, imitación y plagio, destacando que la capacidad humana para copiar es natural, pero debe ser acompañada de ética y respeto a la autoría. El libro de Ayala Ochoa es una lectura recomendada para entender y prevenir esta problemática. El artículo analiza y reflexiona sobre el fenómeno del plagio, su historia, implicaciones éticas y sociales, así como su relevancia actual ante las facilidades tecnológicas y la pérdida de valores en la sociedad contemporánea.

Palabras clave: Plagio, robar, mentir, ética, derecho de autor.

Más que hablar de un libro, el motivo de este artículo es el de conocer un poco más acerca de lo que significa leer, escribir, leer para escribir, escribir y hablar o comentar o citar lo leído, copiar y copiar sin brindar referencias; es decir: plagiar, robar y mentir.

En su artículo “Cuándo es un plagio y cuándo una influencia”, el novelista y crítico literario Humberto Guzmán (2012) comenta que es válido “adoptar influencias de los maestros en cuento y novela”, en aras de desarrollar las propias cualidades literarias y artísticas; pero, inmediatamente, señala que dicha afirmación no avala la copia e, incluso, siente vergüenza, pues le apena que su dicho se hubiera entendido mal. Y, precisamente, el libro de Camilo Ayala Ochoa, *Letras impostoras: reflexiones sobre el plagio* –publicado en el año 2023 –aunque con un ISBN de 2022– abre con la siguiente frase: “La vergüenza es parte de los aperos intelectuales de los verdaderos historiadores”.

El decoro y la pudibundez han sido, sin duda y a través de la historia de la escritura, una norma señera e inamovible cuando de honestidad e integridad académica en la investigación se trata... hasta ahora; porque hoy, la cantidad de información (*fake* o verdadera) a la cual podemos acceder en línea, las facilidades que nos brindan las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), y la presencia abrumadora y hostigadora de las Inteligencias Artificiales (IA), nos han convertido en observadores de un mundo que no entendemos porque pasó demasiado rápido; recordemos la famosa frase de Carlos Monsiváis: “o ya no entiendo lo que está pasando o ya pasó lo que estaba entendiendo”.

El libro de Ayala Ochoa aparece en un momento clave dentro del panorama editorial de México, porque su publicación toca un tema verdaderamente sensible dentro de la sociedad; una cuestión que está a flor de piel y que constituye una herida abierta, una llaga punzante: se trata del tema del plagio. Pero más allá de esta práctica deshonesta en sí misma, la materia, el asunto de copiar sin dar crédito, involucra a los valores en decadencia de una sociedad que ha perdido la brújula y no halla su rumbo. “El plagio –dice la contraportada– es la forma superlativa del menosprecio”.

Cuando una comunidad entera extraía su capacidad de asombro y normaliza una forma de escritura deshonesta y lesiva –como lo es el plagio– podemos afirmar que algo anda muy mal. Y es que copiar, en sí, no siempre estuvo mal; de hecho, antes de la invención de la imprenta –atribuida a Johannes Gutenberg, en 1440– los copistas constituían un valioso gremio y eran parte de una antigua tradición: copiar era la única forma de transmitir el conocimiento por escrito; y los amanuenses (es decir, aquellos que reproducen libros a mano) no eran considerados “piratas” ni mucho menos, sino verdaderos artesanos, dueños de ancestrales conocimientos y expertos en su artística labor.

Existía, inclusive, la leyenda negra del demonio Titivillus, un pequeño duende que se encargaba de llenar su bolsita maligna con las erratas, gazapos y errores que los copistas cometieron sin querer. Salvador Novo,

por ejemplo, fustigaba a Ermilo Abreu Gómez, por haber editado con errores la obra de Sor Juana, e incluso le dedicó unas redondillas satíricas, haciéndose portavoz de la monja jerónima:

Cálate bien los quevedos
cuando mis versos traslades;
no pongas por jodes jades
ni saques por podos pedos.

¿Te parece bien, a fe?
¿No te parece un insulto
Que donde yo puse *culto*
Tú me suprimas la “t”?

María Moliner, en su *Diccionario de uso del español*, dice del término “plagio”: “Hecho de copiar o imitar fraudulentamente una obra ajena; particularmente, una obra literaria o artística”. Y es que, precisamente, el problema con el plagio no es copiar o copiar mal, sino adjudicarse la hechura del texto. Resulta inmoral y pernicioso. Es una falta para el autor original pero, sobre todo, una falta para el lector; pues se le está engañando impunemente y a sabiendas. De ahí que, para Ayala Ochoa, sea una grave responsabilidad la que enfrenta un equipo editorial al llevar adelante, siempre de buena fe, los procesos editoriales: “La cultura editorial sólo puede tener como piso una cultura de la legalidad y, como cimientito, la probidad intelectual”, nos dice la contraportada de Letras impostoras.

Por supuesto, el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR), organismo desconcentrado de la de la Secretaría de Educación Pública (SEP), permite registrar las obras literarias y de otra índole, pero la posibilidad de copiar fragmentos de obras ajenas y hacerlas pasar como propias siempre está latente. Sobre todo, hoy en día, cuando las facilidades de acceder a una inconmensurable cantidad de textos que presentan los ordenadores conectados a la red son tan amplias. Copiar y pegar (*copy-paste*) se ha convertido en el pan de todos los días dentro de la investigación académica. Además, recientemente es muy socorrido también el uso o la utilización de la Inteligencia Artificial como forma de redacción de artículos y ensayos, pasando por alto –por así decirlo– el proceso propiamente investigativo.

Tema candente y de gran actualidad, son los que el libro de Ayala Ochoa nos brinda, en cada uno de sus capítulos, con atinados comentarios y una profunda reflexión sobre la historia del plagio. Maestro en Doctrina Social Cristiana e historiador con una trayectoria de más de treinta años en el mundo editorial, Camilo Ayala Ochoa ha sido bibliotecario, corrector de estilo, ilustrador, escritor, guionista, redactor, editor, encuadernador y catalogador, entre muchas otras actividades ligadas al mundo de la escritura y la edición.

En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fue fundador del Banco de Información de Historia Contemporánea del Colegio de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras; y creó, asimismo, el Centro de Información Libros. Actualmente, se desempeña como Jefe del Departamento de Conte-

nidos Electrónicos y Proyectos Especiales en la Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial de la UNAM.

A través de un “Preludio”, diez breves capítulos y un “Coronamiento”, Ayala Ochoa nos conduce en su libro por una breve historia del plagio, desde su definición hasta los diferentes tipos, formas o maneras en que se presenta, e incluye apartados sobre su detección, la piratería y la cultura *hacker*. No se trata de una recopilación de definiciones ni de un estudio pormenorizado, sino de un recorrido alegre y con una buena cuota de humor sobre un tema que impacta. Recordemos que al mismo tiempo que la publicación salía a la luz, durante los últimos meses de 2022, estalló en los diarios y las redes sociales del país uno de los más evidentes y burdos plagios de tesis para obtener los grados de licenciatura y doctorado de que se tenga memoria, con el descubrimiento al interior de las altas esferas jurídicas del país, de un cisma que rompió el equilibrio político en México con desavenencias insalvables y como preludio de una escisión largamente anunciada.

El descaro y la impunidad con que evolucionó este caso, y que afectó a la Suprema Corte de Justicia de la Nación, puso en la mira de todo el país el tema de la integridad académica y la propiedad intelectual, y descubrió la ineficacia de los mecanismos jurídicos y legales, incapaces de impartir justicia aún en las instancias más altas del Poder Judicial, resultando de esta infamia una verdadera obra grotesca, un chiste de mal gusto que, de tanto contarse solo, murió de aburrimiento e inanición. El problema con el caso paradigmático del plagio cometido por una jovenci-

ta estudiante de Derecho en 1987, en connivencia con su turbia asesora de tesis, escaló hasta convertirse en símbolo de un sistema jurídico fallido, en donde los delitos, por más evidentes que sean, pueden ser sorteados impunemente, en demérito de las instituciones fundamentales de todo el país, incluyendo a los tres poderes de la Unión y llevándose al baile hasta a la Universidad Nacional Autónoma de México, que se vio rebasada e incapaz de remediar la triste comedia negra, pues –como dice Ayala Ochoa en entrevista con Garzon-Forero– “lo que natura no da, la Ministra se lo presta”.

La práctica del plagio, por supuesto, no es exclusiva de México; durante mucho tiempo se ha llevado a cabo en diferentes lugares del mundo; sin embargo, lo que evidenció el sonado caso de la ministra fue que nuestro país reina la impunidad, y las prácticas deshonestas se han normalizado en perjuicio de la propia sociedad; aquí cabe la parábola bíblica, y “quien esté libre de culpa, puede arrojar la primera piedra”. El sistema educativo mexicano, que durante años privilegió los exámenes memorizados y la entrega de trabajos para calificar, dio pie a generaciones que, si no fueron de analfabetas prácticos, sí de alumnos incapaces de escribir un ensayo. Es decir, la lectura de comprensión y la organización de ideas en un texto estructurado pasaron, muchas veces, de noche para los alumnos en la mayoría de las instituciones educativas.

Recientemente, a partir de la llegada de las TICs, la facilidad para cometer plagio se incrementó de manera sustancial. Lo peor es que no se trata de un problema meramente

moral, pues muchos textos que caen en esta práctica no fueron realizados con el propósito expreso de cometer plagio ni de apropiarse de ideas ajenas. Simplemente, el desconocimiento para citar y referenciar de manera correcta los orilló a caer potencialmente en este apartado. No se trata estrictamente de plagios realizados con mala fe, sino de trabajos con elementos copiados donde el autor es incapaz de citar, parafrasear o referenciar correctamente sus fuentes. Por ello, en “Preludio”, el autor nos recuerda la enigmática frase del grafógrafo Salvador Elizondo: “Todos hemos cometido, muchas veces, el crimen perfecto”;

Patricia Zama (2022), al presentar el libro sobre el plagio, escrito por Ayala Ochoa, cita párrafos de su obra, entre ellos, algunos con frases de Guillermo Sheridan, especialista en la detección de esta práctica y connotado crítico literario, quien califica a los plagiarios crónicos y contumaces como *fakeescritores*. Esta mala costumbre, la de sustraer de ideas originales en beneficio propio, no afecta sólo a los académicos, sino también a todo tipo de escritores, columnistas, periodistas y críticos literarios, así como también a políticos que en sus discursos copian frases de filósofos (como muchas veces lo ha hecho el presidente Trump) o a músicos de moda, quienes faltos de inspiración para las letras de sus canciones “agarran parejo” frases de novelistas, poetas y también de filósofos; ejemplos sobran (Agustín Lara, Ed Sheeran, Shakira y Enrique Bunbury, entre muchos otros), pero no es la finalidad de esta nota traerlos de nuevo a colación, sino señalar la importancia de libros reflexivos sobre este fenómeno,

como lo es, precisamente, el volumen que presenta Camilo Ayala Ochoa, con *Letras impostoras. Reflexiones sobre el plagio*.

Otro escritor relevante que nos habla sobre este tema, es el también citado Ayala Ochoa, Tomás Granados Salinas. Nos dice el autor de *Letras impostoras* que en su obra *Sin justificar* (2019), Granados, ex Gerente Editorial del Fondo de Cultura Económica y también experto editor señala: “crear una obra con palabras ajenas, y dolo, se llama plagio. Hacerlo a la luz del día, se llama edición”. Esta afirmación puede mover a la risa (y, sin duda, esa es su intención) pero, como toda frase paródica o satírica, encierra una gran verdad. Si bien no existe nada nuevo bajo el sol y todo lo que vemos, oímos o pensamos ya fue antes observado, escuchado y dicho, también es cierto que nadie se puede bañar dos veces en el mismo río. Si la ironía es una especie de burla fina o disimulada; y la parodia, un dicho agudo y mordaz, es cierto y paradójico e irónico que muchas veces estamos frente a un plagio sin darnos cuenta y que, otras tantas, plagiamos sin querer.

Para Diego A. Garzon-Forero (2023), el libro de Ayala Ochoa nos permite ver “cómo el plagio está presente en muchos momentos de la actualidad y de la historia; Ayala Ochoa presenta reflexiones sobre el tema desde el punto de vista de un profesional con inmensos conocimientos en la generación de contenidos textuales”. En entrevista con el autor, Ayala Ochoa comenta que, sin embargo, “el plagio es historia vieja; algo que viene desde hace años: lo mismo podemos ver autores de literatura plagiando, que académicos plagiando, aunque el descubrimiento de

la autoría en la humanidad es relativamente nuevo". Se refiere el autor a que, en la antigüedad, la narrativa era totalmente oral, de manera que las historias y los conocimientos se transmitían de una forma verbal, a través de los viejos de la comunidad y de los aedos, rapsodas, juglares y trovadores, quienes muchas veces iban de pueblo en pueblo contando historias y adaptándose a los diferentes lugares y comunidades; y sus cuentos y narraciones variaban dependiendo de las distintas épocas del año, de las circunstancias concretas y de las características propias de cada pueblo y lugar.

El término del latín original, *copia*, quiere decir abundancia; de ahí la idea de "reproducir". En este sentido, copiar lo ajeno no tendría que ver con un plagio. Camilo Ayala Ochoa, en *Letras impostoras: reflexiones sobre el plagio*, puntualiza que plagiar proviene "del verbo latino *plagiare*, que deriva de *plagium*" y se refiere a la apropiación de esclavos –servi– ajenos, de donde surge, precisamente, el concepto de rapto, secuestro o robo de la propiedad de otra persona (Casamadrid, 2023). La *Real Academia Española* (RAE) define el término plagio como una mala práctica, una forma de engaño que compromete la honestidad y la integridad académica; y, según el *Diccionario de la lengua española* de la RAE, plagiar es la acción de "copiar en lo sustancial obras ajenas, dándolas como propias.

El plagio está tipificado claramente en la *Ley Federal del Derecho de Autor* que, en su Artículo 13º reconoce los derechos de autor en todas las ramas del arte (literatura, música, teatro, danza, escultura, pintura, escultura, caricatura, arquitectura, cine, radio,

televisión, programas de cómputo, fotografía y cualquier otra obra de arte aplicado, incluido el diseño gráfico y textil); aunque el Artículo 14º especifique que "no son objeto de protección como derecho de autor a que se refiere esta Ley las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo."

Lo anterior nos brinda una clara idea de que, en realidad, la línea entre la originalidad auténtica y el plagio o copia es sumamente delgada, pues resulta innegable que lo que subyace en el interior de toda obra artística es y será, siempre, una idea. Ahora bien: la evolución del ser humano se ha apoyado, siempre, en su capacidad innata para copiar; así es como aprendemos a hablar, a caminar, a comer, a pensar y realizar miles de gestos y señas; por naturaleza, el hombre y la mujer, somos "copiones": es decir, cuando no sabemos qué hacer o cómo realizar algo, pues le copiamos al de junto. No en vano existe la conseja popular de que "a la tierra que fueres, haz lo que vieres".

Finalmente, es necesario recomendar la lectura de *Letras impostoras: reflexiones sobre el plagio*, así como de *Sin justificar*, de Tomás Granados, no porque se trate de libros escritos por y para expertos en el arte de la edición; tampoco por ser tratados exhaustivos sobre filosofía, ética o moral, o libros de ciencia jurídica que nos ilustran sobre las circunstancias legales o penales que rodean al plagio. No; ambos, son libros reflexivos sobre el pensamiento, la lectura y la escritura; y, en esa medida, su tema nos incumbe a todos. Además, la edición de *Letras impostoras*

se encuentra publicada en línea, con acceso abierto, entrando al catálogo “De Libros” de la Universidad Autónoma de Aguascalientes donde, además, pueden obtenerse más volúmenes sobre el tema editorial: libros, editores, tipografía y librerías, entre otros... Ayala Ochoa cierra con una anécdota propia, al recordar a muchos autores que han acudido hasta sus oficinas para solicitar su consejo sobre cómo lograr copiar o plagiar sin ser descubiertos, a ellos el autor les recomienda pidan a su editor incluir en su página legal la siguiente leyenda: “Hicimos todo lo humanamente posible para no plagiar”.

Referencias

- Ayala Ochoa Camilo (2022). *Letras impostoras: reflexiones sobre el plagio*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Casamadrid Raúl (2023). “Plagia bien, sin mirar a quién”. *El Cultural*, suplemento del diario “La Razón”, Ciudad de México (CDMX): México, pp. 8-9.
- Garzon-Forero, Diego A. (2023). “Letras impostoras: reflexiones sobre el plagio”. *New Books Network*. Podcast Novedades editoriales en Derecho. Entrevista con Camilo Ayala Ochoa. Presentado por Diego A. Garzon-Forero, 13 de junio de 2023. Recuperado el 1 de septiembre de 2024 de: <https://newbooksnetwork.com/es/camilo-ayala-ochoa-letras-impostoras-reflexiones-sobre-el-plagio>
- Granados Salinas Tomás (2019). *Sin Justificar*. Apuntes de un editor. Madrid: Trama editorial.
- Guzmán H. (2019). “Cuándo es un plagio y cuándo una influencia”. *Siempre!*, 31 de marzo de 2012.
- Zama P. (2022). “Desquites contra el plagio”. *Siempre!*, 5 de marzo de 2023.

—

Raúl Casamadrid. Es editor, profesor, poeta, ensayista, novelista y cuentista. Sus más recientes publicaciones son los ensayos *El ser insuficiente del mexicano* (UNAM, 2023); *La Onda: memoria personal* (La Razón, 2022); *La Santa Secta* (La Razón, 2021) y *La Generación Inútil o el amor a la insuficiencia crítica* (UNAM, 2019); los poemarios *COVID* (Editorial Paraná, 2023), *Buenos Aires Limited* (Letra Franca, 2020) y *Postmodern Valladolid* (DarkLightPublishing, 2018); la novela *Flamenco Blues* (Letra Franca, 2021) y el libro de cuentos *Litorales* (UNAM, 2018). Doctor en Arte y Cultura, maestro en Estudios del Discurso y licenciado en Letras Hispánicas, como académico sus líneas de investigación han sido el análisis literario, la teoría cinematográfica y el cine mexicano. Gustavo Sáinz le atribuyó ser “el novelista mexicano que más se acerca al sentimiento erótico del siglo XXI” por su novela *Juegos de salón* (Premiá Editora, 1979). Actualmente realiza un posdoctorado para la Universidad Pedagógica Nacional



Espaldas Mojadas o el irrenunciable derecho a la dignidad

José Alfredo Noguez Guzmán

RESUMEN

La película *Espaldas Mojadas* (1955), dirigida por Alejandro Galindo, retrata la migración mexicana hacia Estados Unidos en la década de 1950, explorando sus complejidades sociales y humanas. A través del personaje de Rafael, la historia muestra las dificultades para cruzar la frontera sin documentos, las penurias en ciudades fronterizas como Ciudad Juárez y la lucha por sobrevivir en un entorno hostil. Las actuaciones contenidas y naturales, junto con la atmósfera sórdida y la música tradicional, enriquecen la narrativa. La película adopta un tono advertidor, reflejando una visión gubernamental paternalista sobre los riesgos de emigrar, sin abordar soluciones estructurales. Se exhiben tensiones políticas entre México y Estados Unidos, destacando el impacto social del programa Bracero y la marginalización de los trabajadores indocumentados. Además, se incorpora un relato de amor entre migrantes que



expresa la desesperanza y la búsqueda de pertenencia. Espaldas Mojadas mantiene vigencia al mostrar la crisis migratoria como un problema sin solución política clara, con profundas consecuencias emocionales para quienes viven esta experiencia. El filme es un documento cultural que invita a reflexionar sobre la migración, la injusticia y la identidad. El artículo pretende analizar cómo la película de Espaldas Mojadas representa la problemática social, política y emocional de la migración mexicana hacia Estados Unidos en los años cincuenta, y reflexionar sobre su relevancia y vigencia contemporánea.

Palabras clave: Alejandro Galindo, Espaldas mojadas, cine mexicano, injusticia social

“La dignidad es un lujo para los que tienen hambre”

David Silva en el papel de Rafael en la película Espaldas Mojadas

La película de *“Espaldas Mojadas”* (1955), con guión y dirección de Alejandro Galindo, es una película que aborda la migración mexicana hacia Estados Unidos en la antesala de la década de 1960.

A través de un elenco sólido, la película no solo desarrolla su trama central, sino que también construye un retrato detallado de los múltiples aspectos que conforman esta problemática social de la migración.

La dirección de Alejandro Galindo se complementa con la sutileza interpretativa de David Silva en el papel protagónico, acompañado por Víctor Parra, Óscar Pulido, Martha Valdés, José Elías Moreno, Eulalio González “Piporro” e incluso Pedro Vargas. Las actuaciones destacan por su naturalidad: lejos de recurrir a transformaciones gestuales o vocales exageradas, los personajes evolucionan de manera contenida. Sus cambios no son abruptos, sino que se manifiestan a través de ligeras inflexiones que, acumuladas a lo largo del filme, terminan por reconfigurar su percepción de la realidad y los conducen, ya sea a una toma de conciencia implícita o a enfrentar las consecuencias de sus actos.

La ambientación de los espacios sórdidos refuerza el tono de la historia, con un acompañamiento musical a cargo de Lola Beltrán y el trío Los Calaveras, cuyas interpretaciones aportan una dimensión emocional que enriquece la atmósfera del filme.

Esta película dialoga con situación problemáticas del México de nuestros días. El centro de la trama es la emigración. Hombres mexicanos son expulsados de sus comunidades para buscar mejoras económicas en el país vecino, entrando en procesos sociales y personales de gran complejidad y que hoy en día han sido ampliamente explorados en diversas películas como es el caso del personaje de Amelia interpretado por Adriana Barraza en Babel o bien de tantas otras propuestas de reciente factura. La trama nos presenta los problemas enfrentados por Rafael desde su llegada a Ciudad Juárez hasta su retorno a suelo mexicano. Durante ese pe-

riodo atraviesa por diversas etapas como son las trabas de cruzar el Río sin papeles, su deambular en desolados parajes cercanos a la frontera y su desplazamiento hacia poblaciones situadas más hacia el norte de la Unión Americana. En ese trayecto encontrará un sinfín de sinsabores que paulatinamente van minando su ya de por sí disminuido ánimo.

Un primer elemento a destacar es el tono de la película. Desde el inicio se observa una intención admonitoria o dicho directamente, una advertencia a aquellos mexicanos que piensan emigrar a los EEUU. Se señalan inconveniencias y los problemas a que se enfrentan. Al mismo tiempo se identifica una vertiente de tono gubernamental, donde una autoridad superior advierte desde una visión paternalista de los riesgos que se corren. Sin embargo, queda ausente de esta visión la acción político-gubernamental respecto a acciones que tendrían que realizarse para retener al sector de la población que se ve en la necesidad de emigrar por falta de oportunidades económicas o bien por la aplicación de la justicia de manera sesgada y por tanto desfavorable para quienes no detentan un poder monetario y/o económico. Adicionalmente al tono hay de manera escrita referencia a los procesos de emigración como factores que podrían intervenir de manera negativa en las relaciones de las naciones involucradas. Lo anterior queda claramente incorporado en el relato, *“por eso le traen ustedes complicaciones al gobierno de México”*. Con este enunciado en voz del representante de la autoridad de ciudad Juárez se identifica que para 1955 está ya

presente un conflicto de orden político en las relaciones entre México y los Estados Unidos de América. A la luz de los acontecimientos recientes desde ese momento hasta nuestros días resulta irónico, por decir lo menos, pensar que ésta pudiera haber sido la visión de la película. Hay que ubicar que el año de realización la coloca dentro del periodo denominado el Milagro Mexicano. Ese tono de la película atañe directamente al tema central que ya representaba un problema en la relación de binacional, toda vez que los Espaldas Mojadas era ese núcleo de trabajadores que quedaban por fuera de las regulaciones y controles que existían en lo que fue el programa Bracero que para 1955 tenía ya 13 años de existencia.

Rafael llega a una ciudad Juárez hoy inexistente en su trazo urbano, huye de su comunidad debido a su determinación de no ser objeto de una acción de injusticia por parte del cacique local. Vemos una ciudad Juárez representada como una ciudad a la cual llegan Trabajadores Braceros y trabajadores sin documentos deslumbrados por el brillo del dólar y que van en busca de poder laborar en esas ciudades del otro lado donde todos son felices y todo se cuenta por millones. Ciudad Juárez es presentada como un centro de prostitución y guarida de malhechores. Es un discurso que encuentra resonancias con el discurso enarbolado por la derecha y gobierno de los EUA que tienen a su vocero actual en la persona de Donal Trump. Varias de las escenas se desarrollan en un tugurio de mala muerte, sucio, decadente y con un evidente hacinamiento de concurrentes y donde se insinúan prácticas

de prostitución. Ahí concurren los braceros o espaldas mojadas y también ahí, en un espacio reservado se tejen los acuerdos para el tráfico de todos aquellos que escuchan a la cantante en quien resuenan elementos de identidad villista y quien es acompañada por los compases de las guitarras y voces en coro de los Tres Calaveras, cimentados en la Revolución Mexicana y departen entre sí y con las habituales a quienes convidan cerveza u otras bebidas. Los personajes de Víctor Parra y José Elías Moreno desvelan los acuerdos que les permiten obtener beneficios económicos de la necesidad que en el salón general se reviste por la alegría forzada y la desesperación y desánimo inhibidos detrás de la risa y el desparpajo, "con papeles o sin papeles, yo paso a la gente como venga, si se trata de ir al tambo que vayan ellos, yo no". (Frank Mendoza)

Sin embargo, es Rafael quien difícilmente se deja envolver por el bullicio y el goce fingido. Él difícilmente va a sonreír. Sonríe sí, en algunas ocasiones y en algunas de ellas esa sonrisa denota la incredulidad ante la adversidad vivida en cada día de su estancia tanto en ciudad Juárez como en los sitios que encuentra allende la frontera. Esa expresión taciturna y hasta hosca del personaje sirve para reconocer el conflicto interno que vive. No quiere emigrar, pero debe huir ya que su única arma para enfrentar una acción judicial que lo aplastará es la pobreza. El desencanto y la impotencia son los motores que paradójicamente lo llevan a atravesar diversas experiencias tanto o más injustas y/o desoladoras como aquella de

la cual viene huyendo. Verse con hambre y no poder comprar hamburguesas porque no habla inglés lo llevan a una doble invalidez, la de poder resolver una necesidad básica porque no cuenta con la herramienta del idioma para poder hacerlo. Literalmente es llegar a un mundo donde tiene que confiar en un gesto bondadoso de una desconocida. Hay una especie de no valía en Rafael al grado de tener que recoger del suelo las hamburguesas que previamente le habían "hecho el favor" de comprarle o de cuando tiene que aguantarse el coraje de recibir una paga mucho menor a la que recibiría un bracero precisamente por no contar él con papeles.

También pasará por experiencias donde la solidaridad dentro de la penuria equilibra su infortunio, tal es el caso de aquel compañero que cae herido por las balas de la policía fronteriza y que en su agonía le entrega su dinero. Pero ni siquiera el personaje interpretado por Oscar Pulido, actor cómico por excelencia en diversas películas como Doña Mariquita de mi Corazón o También de Dolor se Canta por mencionar solamente dos ejemplos, logra alejar a Rafael de su gesto adusto. Louie Royalville o bien Luis Villareal juega en el uso de su nombre denotando esa intención de incorporarse pero no de pertenecer. Ese personaje desparpajado, bonachón, cómico, también marrullero y ventajoso hace llevadera la existencia de Rafael y le regresa puertos de sostén para apoyarse en momentos de dificultad.

Bajo esa perspectiva, la historia de amor que se incorpora permite un punto de anhelo asequible. Ahí el guión pasa por

alto la verosimilitud de una posibilidad real para construir una relación entre un Rafael taciturno y una “pocha” “aparentemente” satisfecha con su vida y condición. Sin embargo, la desesperanza de ella al saberse extraña tanto para los nacidos en EUA y los nacidos en México la arroja a un limbo donde no pertenece y no encaja en ninguno de los dos polos. La desesperanza de ambos al saberse ajenos los arroja a buscar en pareja un espacio habitable. Un punto de esperanza que sirva de contrapeso al derrumbe del personaje protagonista ante lo que es su historia de catástrofe. La intensidad dramática se observa cuando Rafael se derrumba ante la autoridad local de ciudad Juárez y desarrolla un discurso que presenta un análisis preciso e inteligente respecto a la problemática de la emigración. Para él es claro que los poderes formales o fácticos los empujan, muy a pesar de no desearlo, a emigrar. El y muchos más que al igual que él han pasado por los más indescritibles momentos de humillación y deshumanización solamente desean una cosa, “trabajar, poder trabajar aquí”, es decir poder permanecer en su país y contar con el acceso al trabajo.

Espaldas Mojadas es una película que vista con atención y paciencia despliega varios aspectos y/o problemáticas. Algunos de ellos como cierta caracterización de lo femenino ya fueron transformados por acciones de intervención discursiva y militante. Sin embargo, si se considera como trágico aquello que no encuentra un punto de resolución, como es el caso de las personas que atraviesan el Río indocumentadas, aceptaremos que la

película sigue siendo vigente en cuanto a una problemática que en términos del trasiego de personas no vislumbra una solución en términos de política bilateral. No hay salida a las causas que arrojan a las personas de sus comunidades en situación de pobreza o miseria y tampoco se avizora un punto de resolución armoniosa en la violencia destructora de los ámbitos interno-emocionales de quienes hoy mantienen vigente el termino de **Espaldas Mojadas**.

 José Alfredo Noguez Guzmán. Estudió Lengua y Literatura Modernas Inglesas en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM con especialización en Crítica Literaria. Los campos de interés académico son; Literatura escrita por mujeres británicas y norteamericanas del siglo XVIII y XIX, representación de las relaciones erótico amorosas de la homosexualidad en la literatura Inglesa y Norteamericana de finales del siglo XIX y XX. Se ha desempeñado como Profesor de asignatura en Literatura Norteamericana, y metodología para la enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera. Asesor Técnico Pedagógico a nivel de Educación Básica durante más de veinte años y como profesor de lengua. Ha participado en diversos foros y estadias en los Estados Unidos de Norteamérica. En diciembre de 2019 postuló para obtener la Certificación por parte de Cambridge Assessment, en Metodología para la Enseñanza del Inglés.





Facultad de Estudios Superiores Aragón

No. 17 Año 9, Enero-Junio de 2025

<https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/paciencia/index>

RaCiencia Ra'Todos

Ciencia, Educación, Tecnología y Cultura a tu alcance

Visita el sitio



<https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/paciencia/index>