



ISSN en línea: 3061-8460

Facultad de Estudios Superiores Aragón

No. 20 Año 10, Julio-Diciembre de 2026

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

PaCiencia Pa'Todos

Ciencia, Educación, Tecnología y Cultura a tu alcance

Número dedicado a:

Salud Mental



Visita el sitio

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

DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dr. Javier de la Fuente Hernández

Secretario General

Mtro. Hugo Concha Cantú

Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz

Secretaria de Desarrollo Institucional

Dr. Manuel Palma Rangel

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

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Dra. 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 10, No. 20, Julio-Diciembre de 2026, 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: 16 de octubre de 2026.

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

Editorial.....6

Ma. Andrea Trejo Márquez

Techne Techne.....12

Sopa primigenia a -170°C: El secreto mejor guardado de Júpiter

Vania Samantha Alanis Sánchez, Adriana Leticia Meléndez López y Jorge Armando Cruz Castañeda

¿Puede un chatbot ser nuestro amigo?: Inteligencia artificial y salud mental

Karla Alejandra Ramos Marín, Karen Hernández Romero, Valeria Mariana Martínez Alvarado y Kevin Hernández Feliciano

La bioinformática detrás del laboratorio, ¿Una herramienta para disminuir el estrés científico?

Esbeidy García Flores, Aurora de la Peña Díaz y Benny Giovanni Cazarín Santos

El futuro es seco: el arte de atrapar la vida en un grano de polvo.

Kenia Robles Cruz y Delia Soto Castro

De la probeta al reactor.....40

Cuando se enciende la alarma: cortisol, estrés y salud

Rafael Alejandro Maldonado Bravo y Jesús Alfredo Rojo Cabral y Tonalí Blanco Ayala

¿Las bacterias producen neurotransmisores? Sí... pero eso no significa lo que crees

Raquel Aguilar Rosales

El aliento exhalado, lo que respiramos, lo que vivimos y lo que enferma

Joshua Campos González, Fernando Vera Núñez, Vanessa Fuentes Mejía, Daniela Margarita Aguilar Vázquez, Rogelio Pérez-Padilla, Manuel Alejandro López Flores A La Torre y Omar Amador Muñoz

La neurobiología de la resiliencia, cómo el cerebro encuentra la fuerza para seguir adelante en los momentos difíciles

María Evelina Torres García y Antonio Fuentes Ibáñez

La resistencia en las trincheras ambientales y de la salud: bacterias y antibióticos.

Christopher Alejandro Salas Butrón, Miguel Alejandro Maldonado Gordillo y Ricardo Iván Cruz Cano



Escuchar a las juventudes para comprender su tiempo
entrevista con el Dr. José Alfredo Nateras Domínguez
sobre identidad, salud mental y participación política



El puma culto.....160

Locos"/"locas": Enmascaramiento social de personas que quedan fuera de los marcos de filiación, reconocimiento y pertenencia en el México postcolonial

Maricela Márquez Villeda

Dibujar, una actividad que equilibra las emociones

Huberta Márquez Villeda

Echemos el Chal.....177

¿Qué hongo con el descortezador de pino?

Grisel Paz Ramírez, Lorena López Rodríguez y Cristina Burrola Aguilar

Más allá del beso nocturno: la amenaza silenciosa de la enfermedad de Chagas

Aimée Sarahí Gómez García, Linda Campos Fernández y Catalina Soriano Correa

El Rincón de Clío.....192

El peyote: patrimonio biocultural de México y su potencial en la salud mental

Alejandro Torres Montúfar y Mayte Stefany Jiménez Noriega

Pozol: una bebida ancestral mexicana

Gladys Hernández Romero y José Enrique Hernández de la Cruz

¿Qué leo?.....205

La depresión es la pérdida de una ilusión de Juan David Nasio

Félix Luis Morales Castro

Cinema Paradiso.....212

Cuando el cine nos mira: salud mental, emociones e inteligencia artificial

Raúl Casamadrid



Atribución-NoComercial-SinDerivadas

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.



Consejo Editorial

*Ma. Teresa Acosta Carmenate
(Miami Dade County Public School)*

*Jorge Bello Domínguez
(Centro Universitario Marie Curie)*

*Paola Edith Briseño Lugo
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*Adriana Corrales Salinas
(Colegio de Ciencias y Humanidades-Vallejo)*

*Alma Elisa Delgado Coellar
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*Rafael Fernández Flores
(DGTIC-UNAM)*

*Josué Yasar Guerrero Morales
(Hospital General Dra. Matilde Petra Montoya Lafragua del ISSSTE)*

*Calean Joel Herrera Caballero
(Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji)*

*Miguel Alejandro Maldonado Gordillo
(Escuela Nacional Preparatoria)*

*Edison Omar Martínez
(Universidad Técnica de Machala)*

*Julio César Morales Mejía
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*Selene Pascual Bustamante
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*Alma Luisa Revilla Vázquez
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*Jorge Luis Rico Pérez
(Investigador Independiente)*

*Francisca Alicia Rodríguez Pérez
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*Omar Rojas García
(FES Aragón, UNAM)*

*Ma. Magdalena Sarraute Requesens
(EDP University y FES Aragón, UNAM)*

*María Andrea Trejo Márquez
(FES Cuautitlán, UNAM)*

*María Gabriela Vargas Martínez
(FES Cuautitlán, UNAM)*

Editora Responsable

María Andrea Trejo Márquez

Diseño Editorial

Alma Elisa Delgado Coellar

Editorial

En esta edición, **PaCiencia Pa'Todos** quiere dedicar un espacio muy especial a la salud mental de los jóvenes. Es un tema que nos preocupa a todos y que merece ser tratado con profundidad, seriedad y mucha información confiable. Juntos, podemos crear un ambiente más comprensivo y solidario para nuestros jóvenes.

Ser joven en la actualidad significa adentrarse en un mundo lleno de nuevas oportunidades, aprendizajes y cambios emocionantes, aunque también presenta sus propios desafíos. Las demandas académicas, la incertidumbre laboral, los obstáculos económicos, la violencia, la discriminación y la ansiedad por el futuro pueden afectar nuestro bienestar emocional. Además, las redes sociales, que nos ayudan a mantenernos conectados, informados y a construir comunidades, también pueden traer consigo comparaciones, presión para cumplir ciertos estándares de éxito, riesgos de ciberacoso y una constante búsqueda de aceptación.

Hablar de salud mental es mucho más que simplemente discutir trastornos como la ansiedad o la depresión. Es un tema que abarca cómo las personas construyen su identidad, crean relaciones, enfrentan obstáculos, buscan apoyo y diseñan su camino en la vida. El bienestar emocional no solo depende de decisiones individuales, sino que también está influenciado por las oportunidades, los entornos educativos, las redes de apoyo y las condiciones sociales en las que nuestras juventudes van creciendo.

Las contribuciones en este número están llenas de perspectivas enriquecedoras que provienen de diversos campos como la ciencia, tecnología, biología, historia, educación, filosofía y cultura. Cada artículo nos brinda una visión única que, al relacionarla con las demás, nos ayuda a entender mejor la importancia de cuidar la salud mental, especialmente en las juventudes.

En **Techne Techne**, exploramos diferentes aspectos de cómo la tecnología nos ayuda a comprender mejor el mundo que nos rodea. Vania Samantha Alanis-Sánchez y sus colegas comparten la idea de una "sopa primigenia" que se formó por la interacción entre oxidantes superficiales y reductores del fondo oceánico,

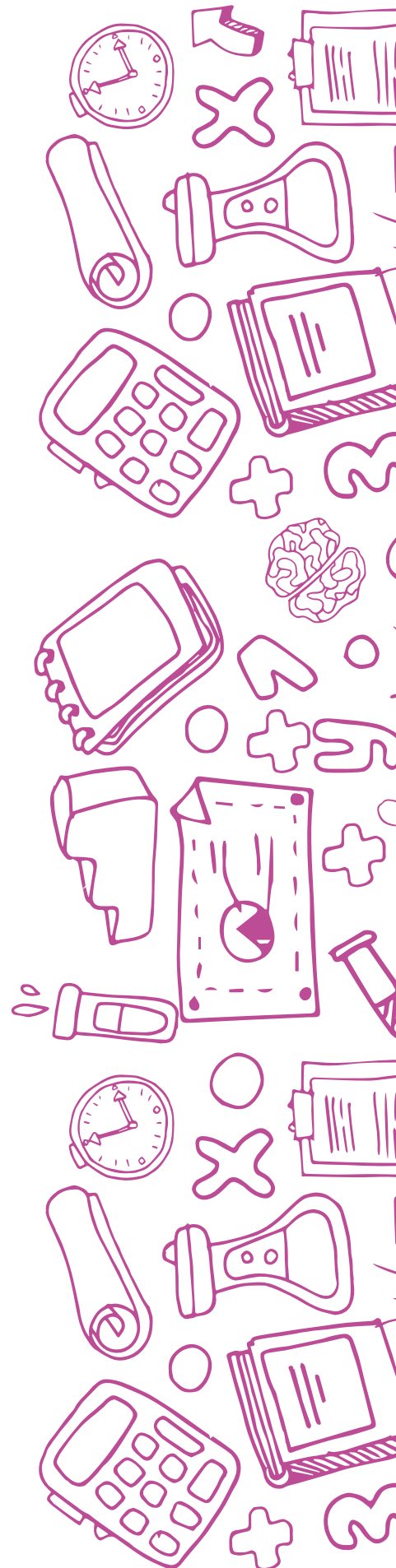


funcionando como una batería química capaz de sostener un ecosistema, según el artículo "Sopa primigenia a -170°C: El secreto mejor guardado de Júpiter". Además, Karla Alejandra Ramos Marín y su equipo se preguntan con interés: ¿Puede un chatbot ser nuestro amigo? En su discusión sobre inteligencia artificial y salud mental, explican que IA y chatbots no generan enfermedades mentales, aunque sí podrían influir en amplificar estados emocionales o psicológicos ya existentes. Por eso, es importante crear nuevas medidas de seguridad que aseguren su uso seguro y que aprovechen su potencial como herramienta de apoyo emocional.

Siguiendo con el tema de la salud mental, Esbeidy García Flores y su equipo presentan cómo “La bioinformática detrás del laboratorio, ¿Una herramienta para disminuir el estrés científico?” buscan demostrar que la bioinformática puede ser un valioso apoyo en la ciencia. Su objetivo es generar información que nos ayude a entender mejor lo que sucede a nuestro alrededor, en nuestro cuerpo y, sobre todo, en los laboratorios donde se realiza la investigación.

Además, en el mundo de la tecnología, Kenia Robles Cruz y Delia Soto Castro comparten sus pensamientos en “El futuro es seco: el arte de atrapar la vida en un grano de polvo”. Allí nos hablan del secado por aspersión, una técnica de atomización rápida que funciona como una verdadera “intervención de rescate”. Esta técnica ayuda a proteger metabolitos secundarios sensibles al calor, como flavonoides y saponinas, que podemos encontrar en frutos e infusiones de muchas plantas.

Desde la **Probeta al Reactor**, Rafael Alejandro Maldonado Bravo y su equipo llevan en una exploración muy interesante sobre cómo los efectos biológicos impactan nuestra salud, en su artículo “Cuando se enciende la alarma: cortisol, estrés y salud”. Además, aquí, Raquel Aguilar-Rosales se pregunta con curiosidad: ¿Las bacterias producen neurotransmisores? La respuesta es sí... pero eso no significa exactamente lo que quizás pienses. En el artículo “El aliento exhalado, lo que respi-



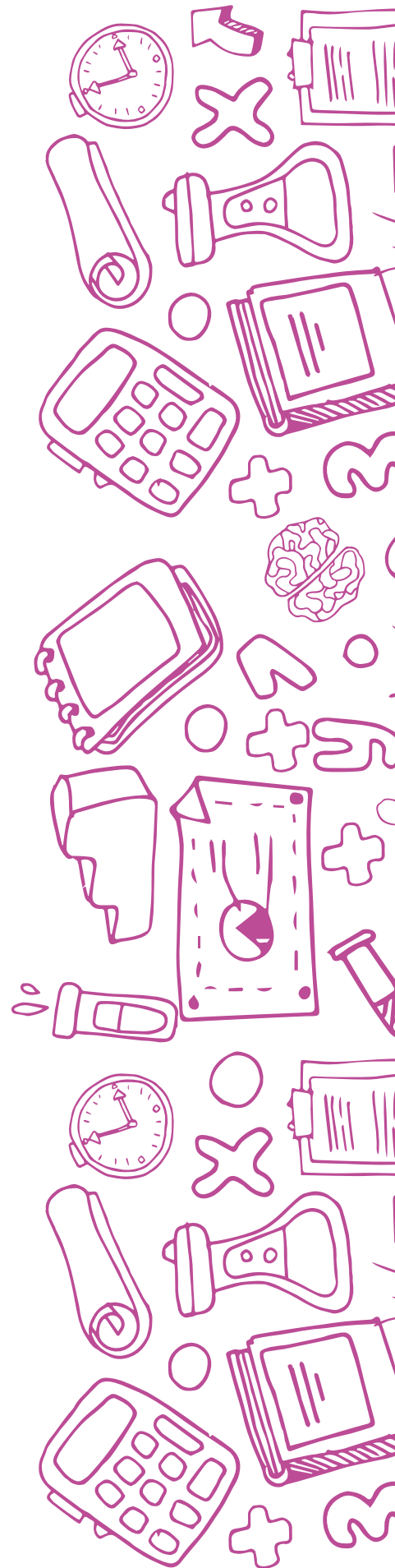
noma, logran atenuar los pensamientos aprensivos e incluso inducir el sueño. Además, Ashlee Giselle Aguilar-Alonso invita a reflexionar sobre “Más allá del placer: la influencia de la pornografía en el bienestar psicológico de los jóvenes”.

En **Encuentros con la Ciencia**, en PaCiencia tuvimos la alegría de conversar con el Dr. José Nateras Domínguez, quien compartió lo fundamental que es escuchar a las juventudes para entender mejor su tiempo, especialmente en temas como la identidad, la salud mental y su participación política.

Puma Culto presenta a Maricela Márquez Villeda, quien realiza una investigación fascinante sobre la historia de los hospitales psiquiátricos en México y cómo estos casos de “locos”/“locas” representan un enmascaramiento social, dejando fuera a quienes no encajan en los marcos de filiación, reconocimiento y pertenencia en el México poscolonial. Además, Huberta Márquez Villeda explica cómo el arte ha sido una vía para que personajes famosos expresen sus emociones mediante el acto de “dibujar”, lo cual ayuda a equilibrarlas.

En **Echemos el chal**, tendrás la oportunidad de explorar el artículo de Grisel Paz Ramírez y colaboradores, «¿Qué hongo con el descortezador de pino?», que describe a este insecto descortezador que vive y se reproduce bajo la corteza de los árboles. Además, Aimée Sarahí Gómez García y su equipo te invitan a descubrir “Más allá del beso nocturno: la amenaza silenciosa de la enfermedad de Chagas”. En este artículo, de una manera sencilla y cercana, comparten la historia de esta enfermedad, los principales aspectos de su transmisión, sus síntomas, su evolución y sus tratamientos. ¡No te lo pierdas!

El **Rincón de Clío** nos invita a explorar el papel del peyote como un valioso patrimonio biocultural de México y su potencial para apoyar nuestra salud mental, presentado con entusiasmo por Alejandro Torres-Montúfar y Mayte Stefany Jiménez Noriega. Además, tendrás la oportunidad de aprender más sobre el Pozol, una bebida ancestral mexicana, explicada con mucho cariño por Gladys Hernández Romero y José Enrique Hernández de la Cruz.



Finalmente, la revista también dedica espacios a estimular la imaginación y a fomentar la reflexión cultural. En “¿Qué leo?”, Félix Luis Morales Castro comparte ideas sobre el pensamiento de Juan David Nasio invita a explorar temas como ‘La depresión es la pérdida de una ilusión’, para reflexionar juntos.

Cinema Paradiso cierra el número con Raúl Casamadrid, quien reflexiona sobre “Cuando el cine nos mira: salud mental, emociones e inteligencia artificial”.

Confiamos en que este recorrido por las diferentes secciones de **PaCiencia Pa’Todos** despierte en nuestros lectores curiosidad, reflexión y esperanza, y que les sirva para recordar que el conocimiento también puede ser una valiosa herramienta para comprender mejor a nuestras juventudes y apoyarles en su vida cotidiana.

Ma. Andrea Trejo Márquez

Editora Responsable





CONVOCATORIA

El Consejo Editorial de la revista digital **PaCiencia Pa'Todos** invita a la comunidad académica y al público interesado a enviar artículos de divulgación científica para su publicación.

PaCiencia Pa'Todos es una revista digital de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM, adscrita a la Cátedra UNESCO Universidad e Integración Regional. De carácter semestral, tiene como propósito acercar la ciencia, la tecnología, la cultura y el arte a un público amplio, en especial a jóvenes de bachillerato y licenciatura interesados en el conocimiento.

Las contribuciones deben redactarse en un lenguaje claro, ágil y atractivo, evitando tecnicismos innecesarios. En caso de emplear términos especializados, estos deberán explicarse de manera sencilla para garantizar su comprensión por parte de un público diverso. Como parte de nuestras buenas prácticas editoriales, utilizamos el software Compilatio para detectar el plagio y el uso de inteligencia artificial en la redacción de sus artículos. Por lo tanto, les informamos que se acepta un máximo del 15 % de uso de IA en su elaboración; si se detecta un porcentaje superior, serán rechazados.

En esta edición, el **número 21** de la revista está dedicado a reflexionar sobre el tema:

“Inteligencia Artificial: retos, repercusiones, implicaciones... una mirada a 10 años”

Buscamos artículos que exploren cómo la inteligencia artificial contribuye a la ciencia, la tecnología, la educación y la cultura. También nos interesa analizar las implicaciones y desafíos, así como las condiciones necesarias para que su uso mejore la calidad de vida y complemente las capacidades humanas, pero no las sustituya.

Convocatoria abierto hasta el **31 de diciembre de 2026**
Consulta la política editorial y las recomendaciones para autores, así como el envío de trabajos, en:

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

Contacto: pa.ciencia.pa.todos2020@gmail.com

SOPA PRIMIGENIA A -170°C : EL SECRETO MEJOR GUARDADO DE JÚPITER

Vania Samantha Alanis-Sánchez, Adriana Leticia
Meléndez-López, Jorge Armando Cruz-Castañeda



Resumen

Europa, una de las lunas heladas de Júpiter, oculta bajo su superficie a -170°C un océano global que contiene más agua que todos los mares de la Tierra juntos. Este artículo explora la posibilidad de que este mundo albergue los ingredientes necesarios para la vida, analizando cómo el hidrotermalismo y la radiación de Júpiter podrían impulsar una “evolución química” en sus profundidades. Se describe la hipótesis de una “sopa primigenia” formada por la interacción entre oxidantes superficiales y reductores del fondo oceánico, funcionando como una batería química capaz de sustentar un ecosistema. Finalmente, se discute la relevancia de las misiones espaciales actuales, Europa Clipper (NASA) y JUICE (ESA), cuyos instrumentos buscarán caracterizar este océano y detectar posibles indicios de habitabilidad sin contaminar su entorno pristino.

—

Un mundo de hielo

Imagina que estás de pie en la superficie de Europa, una de las cuatro hermosas lunas galileanas de Júpiter, llamadas así en honor a Galileo Galilei, quien las descubrió en 1610. En el horizonte, todo se presenta como un vasto desierto blanco, adornado con grietas y manchas rojizas congeladas (Figura 1). El termómetro marca -170°C y la radiación puede resultar mortal. A simple vista, parecería el último lugar del Sistema Solar donde buscarías vida fuera de la Tierra. Pero ¿y si te dijera que, en realidad, estás sobre el océano más grande de nuestro vecindario cósmico?

Bajo tus pies, a kilómetros de profundidad, se esconde un océano frío, oscuro y salado que contiene más agua que todos los mares de la Tierra juntos. Y lo más inquietante no es el agua líquida, sino lo que podría estar nadando en ella, gracias a los componentes químicos presentes y al calor que se genera por la danza gravitatoria entre las lunas galileanas y Júpiter, un fenómeno conocido como fuerza de marea.



Figura 1. Representación artística de la superficie de Europa (Recreación artística generada por IA con Google Gemini).

El descubrimiento de un océano oculto

La historia de cómo se descubrió este océano es tan fascinante como el océano en sí. Todo comenzó con las misiones Voyager de la NASA en 1979, que mostraron por primera vez que la superficie de Europa era extraordinariamente lisa, con extensas redes de grietas y fracturas. La comunidad científica sospechó de inmediato que algo extraordinario ocurría bajo esa corteza de hielo.

Pero fue la misión Galileo (1989-2003), la que proporcionó la evidencia más convincente. Sus mediciones del campo magnético revelaron que Europa generaba su propio campo magnético variable, y que este interactuaba con el poderoso campo magnético de Júpiter. Este hecho solo podía explicarse por la presencia de una capa global de un material conductor de electricidad bajo el hielo: un océano de agua salada líquida. Las imágenes de Galileo también nos regalaron un paisaje desconcertante: el llamado “Terreno del Caos” (también conocido como *Conarama Chaos*). Imagina un rompecabezas gigante en el que las piezas se han separado, girado e inclinado antes de volver a congelarse en una matriz de hielo granizado. Esto sugiere que, en algún momento, el hielo se calentó lo suficiente desde abajo como para volverse quebradizo y móvil, lo que permitió que flotaran enormes icebergs de corteza sólida. Estas “cicatrices” geológicas son la huella dactilar del calor interno de la Luna, que lucha por escapar.

Más adelante, el telescopio espacial Hubble nos sorprendió en varias ocasiones con imágenes que parecían mostrar columnas de vapor de agua que emanaban a través de grietas en la corteza helada. Estas columnas, que son similares a los géiseres en la Tierra, pero mucho más grandes, alcanzan alturas de hasta 200 kilómetros. Es maravilloso pensar que estas observaciones indican que el océano subterráneo a veces se conecta con la superficie, lo que nos abre una oportunidad increíble para estudiarlo sin tener que perforar el hielo. Es como una ventana exclusiva que nos permite entender mejor este misterioso mundo bajo el hielo.

La receta de la vida:

Más allá del agua

La astrobiología es una disciplina que, por consenso internacional, se enmarca en el estudio del origen, la evolución, la distribución y el futuro de la vida en el universo. Esta disciplina nos sugiere que, para que la vida pueda emerger, la ‘receta’ básica requiere tres ingredientes fundamentales:

1. Agua en estado líquido que permita que los ingredientes se mezclen e interactúen.
2. Compuestos orgánicos como materia prima.
3. Una fuente de energía: para impulsar los procesos.

Pero debemos tener cautela. Tener una cocina profesional con todos los insumos no

garantiza que aparezca un platillo terminado; también se requieren el proceso culinario y la secuencia correcta de pasos.

¿Qué se necesita realmente para que la vida emerja en las profundidades de este océano extraterrestre? Además del agua líquida, de compuestos orgánicos y de una fuente de energía, se requiere un proceso crucial: que esos compuestos químicos reaccionen entre sí y se transformen en moléculas más grandes y complejas. A este proceso de ensamblaje molecular, fundamental para la vida, se le conoce como evolución química.

¿Y cómo podría darse esta evolución química en las profundidades de Europa?

El motor oculto: hidrotermalismo y evolución química

La respuesta a esta pregunta podría residir en un motor geoquímico que conocemos muy bien en la Tierra: el hidrotermalismo. En general, un sistema hidrotermal consiste en grietas en el fondo oceánico o en la corteza por donde el agua se filtra hacia el interior, entra en contacto con rocas calentadas por el magma y regresa a la superficie como un chorro de agua caliente cargada de minerales disueltos.

En la Tierra, dentro de los océanos, existen dos tipos principales: las chimeneas negras (muy calientes y ácidas) y las blancas, como las del campo hidrotermal "Lost City" en el Atlántico (menos calientes y alcalinas).

Estos sistemas, ya sean en la superficie o en las profundidades oceánicas, funcionan como fábricas naturales de materia orgánica. De hecho, una de las hipótesis sobre el origen de la vida en nuestro planeta sugiere que todo comenzó cerca de estos sistemas hidrotermales.

Precisamente por la posible existencia de estos sistemas hidrotermales, surge el interés en explorar esta luna helada. La comunidad científica ha teorizado que Europa podría albergar sistemas hidrotermales en su lecho oceánico, donde podría formarse materia orgánica. A pesar de estar en la oscuridad, en el frío y a casi 800 millones de kilómetros del Sol, Europa podría tener los ingredientes necesarios y fuentes de energía constantes para preparar una sopa primigenia que, en el caso de la Tierra, se ha hipotetizado que sirvió para que la vida emergiera (Figura 2).



Figura 2. Representación de un sistema hidrotermal en Europa. (Recreación artística generada por IA con Google Gemini).

El combustible que cae del cielo: Radiación y oxígeno

Resulta irónico que la misma radiación de Júpiter, que mataría a un humano en minutos sobre la superficie de Europa, podría ser crucial para la vida en el océano profundo. ¿Recuerdas esas manchas rojizas y las grietas oscuras que mencionamos al inicio? La comunidad científica piensa que son sales (como el sulfato de magnesio) y compuestos orgánicos que han ascendido desde el océano y han sido “bombardeados” por la radiación, lo que ha cambiado su color a ese óxido característico. Pero el proceso inverso es aún más interesante. La radiación rompe las moléculas de hielo en la superficie, liberando oxígeno. Si la corteza de hielo es activa y se recicla (hundándose lentamente hacia el interior en un proceso de subducción similar al de las placas tectónicas terrestres), este oxígeno, rico en energía, podría ser transportado hasta el océano oscuro.

Imagina el encuentro: los reductores químicos que suben desde las chimeneas hidrotermales del fondo se encuentran con los oxidantes que bajan desde la superficie helada. Es como conectar el polo positivo y el negativo de una batería química gigante. Si este ciclo existe, Europa no solo tendría los ingredientes, sino también una “batería” cargada y lista para mantener un ecosistema durante miles de millones de años.

En busca de una respuesta: el viaje hacia el océano más grande

La posibilidad de que exista vida en Europa es realmente emocionante, y la humanidad ha decidido no dejar esa duda sin explorar. Por eso, la NASA ha lanzado la misión Europa Clipper el 14 de octubre de 2024. Nombrada así por las embarcaciones del siglo XIX, esta nave fue diseñada con mucho cuidado para orbitar Júpiter y realizar sorprendentes sobrevuelos cerca de esa enigmática luna. Aunque no pretende posarse en su superficie ni perforar el hielo, utilizará avanzados radares y espectrómetros para estudiar qué hay en su interior. Lo más fascinante de todo es la búsqueda de géiseres. Pero en esta aventura, hay una regla muy importante: “no contaminar”. La posibilidad de encontrar vida es tan seria que las agencias espaciales siguen estrictos protocolos de Protección Planetaria. No podemos arriesgarnos a llevar microbios terrestres que puedan contaminar o, peor aún, colonizar el océano de Europa y así engañar nuestros futuros hallazgos. Por eso, misiones como Galileo fueron enviadas a chocar con la atmósfera de Júpiter al final de su misión, un sacrificio necesario para mantener a Europa intacta hasta que sepamos cómo explorarla de manera segura.

El Telescopio Espacial Hubble ha detectado indicios de que, ocasionalmente, el océano de Europa se presuriza y expulsa plumas de vapor de agua hacia el espacio a través de las grietas, alcanzando alturas de cientos de kilómetros. Si Clipper logra atra-

vesar una de estas plumas, podría analizar directamente la composición del océano interior. Con suerte se podría confirmar si los ingredientes de esa “sopa primigenia” realmente están ahí (Figura 3).

Por su parte la ESA (Agencia Espacial Europea) junto con la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA) y la Agencia Espacial de Israel (ISA) lanzaron el 14 de abril de 2023 su nave interplanetaria **JUICE**, cuyo objetivo es caracterizar el océano subsuperficial, la topografía y composición de la superficie no solo de Europa, sino también de Ganimedes y Calisto otras dos lunas galileanas, las cuales también podrían tener océanos y que se piensa que podrían tener las condiciones para la vida fuera de la Tierra. Increíble, ¿no?

JUICE lleva instrumentos diseñados para caracterizar la geofísica de estas lunas. Pretende responder importantes preguntas como ¿Qué tan profundo es el océano? Y ¿De qué están hechas las manchas rojizas? Sin duda, un esfuerzo sin precedentes para entender los “mundos oceánicos” como una familia de cuerpos celestes.



Figura 3. Representación de la exploración de Europa. (Recreación artística generada por IA con Google Gemini).

Astrobiología: En búsqueda de evidencias

Si Europa Clipper o Juice confirman que esta luna tiene un océano líquido, encuentran compuestos orgánicos complejos que indiquen una evolución química activa en Europa o, en el mejor de los casos, existan biomarcadores, nuestra comprensión del universo cambiará para siempre. Significará que el surgimiento de la vida no es un evento exclusivo de la Tierra, sino un proceso natural que puede ocurrir allí donde hay agua líquida, materia orgánica y energía.

Claro, debemos ser científicamente responsables y tener presente que, para afirmar la existencia de estos procesos biológicos, necesitaremos evidencia experimental sólida, validada e irrefutable.

Tal vez, después de todo, no estemos tan solos en la inmensidad del cosmos; quizás solo tenemos que aprender a buscar no solo bajo las rocas, sino también bajo el hielo.

Referencias y lecturas recomendadas

- Cowen, R. (2013). Hubble spots water vapour venting from Jupiter's moon Europa. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature.2013.14357>
- European Space Agency. (2023). JUICE: JUpiter ICy moons Explorer. Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Juice
- National Aeronautics and Space Administration. (2024). Europa Clipper: Exploring Jupiter's Ocean World. Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://europa.nasa.gov>
- National Geographic. (2023). El sistema solar: Lunas de Júpiter. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.com/es/temas/jupiter>
- Szalay, J. R., Allegrini, F., Ebert, R. W., Bagenal, F., Bolton, S. J., Fatemi, S., & McComas, D. J. (2024). Oxygen production from dissociation of Europa's water-ice surface. *Nature Astronomy*. <https://doi.org/10.1038/s41550-024-02206-x>
- Yoffe, G., Duer-Milner, K., Nordheim, T. A., Halevy, I., & Kaspi, Y. (2025). Fluorescent biomolecules detectable in near-surface ice on Europa. *Astrobiology*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1089/ast.2024.0140>
- Szalay, J. R., Allegrini, F., Ebert, R. W., Bagenal, F., Bolton, S. J., Fatemi, S., McComas, D. J., Pontoni, A., Saur, J., Smith, H. T., Strobel, D. F., Vance, S. D., Vorburger, A., & Wilson, R. J. (2024). Oxygen production from dissociation of Europa's water-ice surface. *Nature Astronomy*, 8(5), 567-576. <https://doi.org/10.1038/s41550-024-02206-x>

Sobre los autores

Vania Samantha Alanis Sánchez. Estudiante de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra en la Facultad de Ciencias de la UNAM, enfocada en las Ciencias Espaciales. Actualmente se desempeña como tesista en la Unidad de Laboratorios "Dr. Rafael Navarro González" del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, desarrollando investigaciones e intereses académicos sobre (1) la astrobiología y la química planetaria; (2) la simulación experimental de ambientes hidrotermales extraterrestres; y (3) la interacción entre materia orgánica y minerales. Su trabajo de titulación estudia la estabilidad de moléculas orgánicas en condiciones análogas a las del satélite de Júpiter Europa.

Email: samalanis@ciencias.unam.mx

Dra. Adriana Leticia Meléndez López. Profesora de Carrera Asociada C TC en la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCiT) 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. Es responsable del Laboratorio de Análisis de Contaminantes en Agua, Suelo y Aire (LACASA) de la ENCiT. Email: adriana.melendez@encit.unam.mx

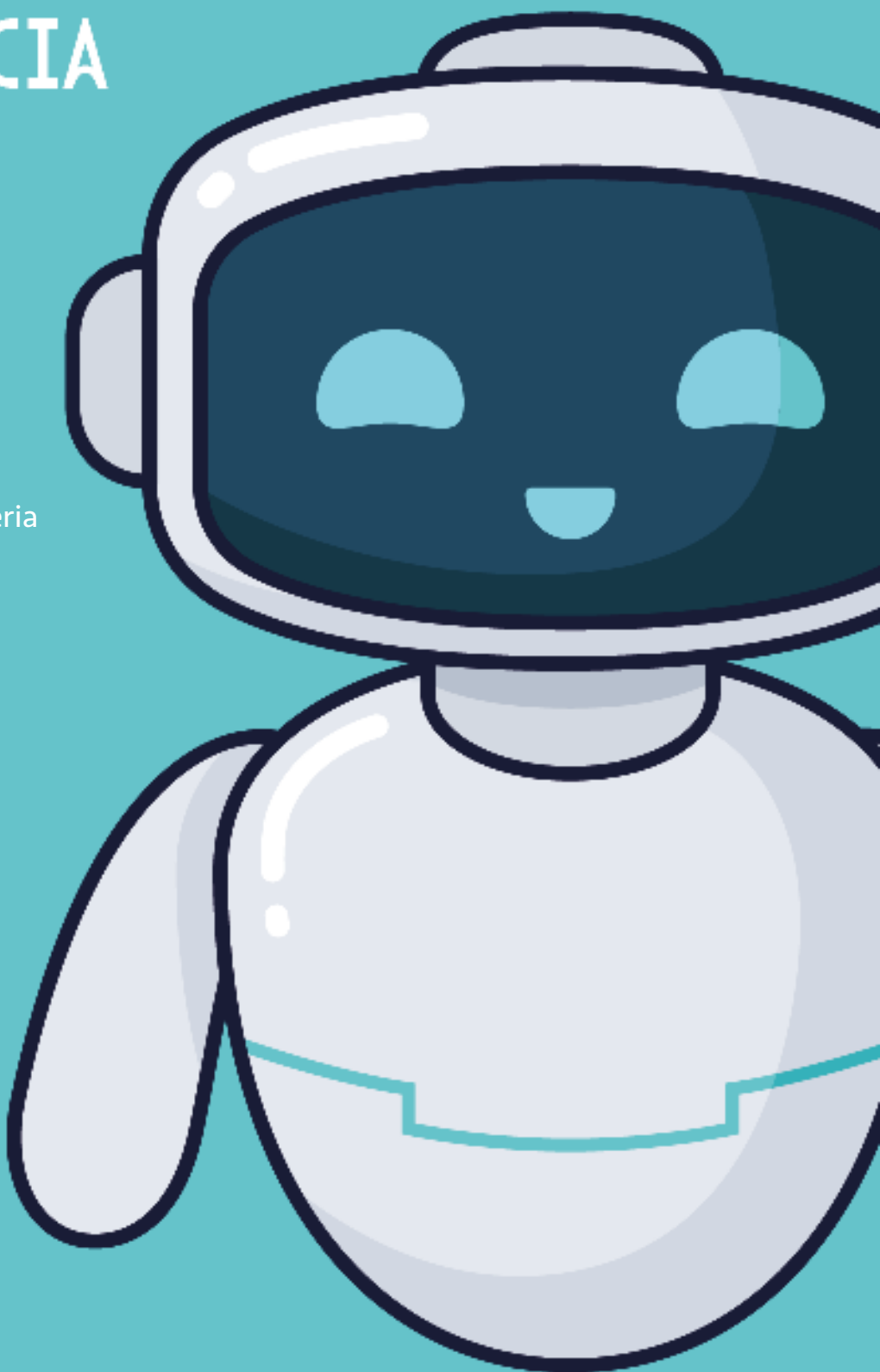
Dr. Jorge Armando Cruz Castañeda. Investigador Asociado C TC. Sus líneas de investigación están inmersas en evolución química, astrobiología y ciencias planetarias, particularmente en química analítica, hidrotermalismo, búsqueda de vida fuera de la Tierra, simulación de atmósferas planetarias y simulación de ambientes extraterrestres con interés astrobiológico. Es responsable de la Unidad de Laboratorios "Dr. Rafael Navarro González", que incluye los Laboratorios de Química de Plasmas y Estudios Planetarios I y II del Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1.

Email: jorge.cruz@nucleares.unam.mx

¿PUEDE UN CHATBOT SER NUESTRO AMIGO?:

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SALUD MENTAL

Karla Alejandra Ramos Marín,
Karen Hernández Romero, Valeria
Mariana Martínez Alvarado y
Kevin Hernández Feliciano



Resumen

La inteligencia artificial (IA) y los chatbots son las herramientas tecnológicas más utilizadas en la actualidad, incluso han pasado de ser únicamente asistentes para las tareas cotidianas a cumplir una función de apoyo, compañía y comprensión para los usuarios. ¿Pero estos chatbots son seguros? Se han documentado casos en los que gracias a su diseño agradable, cooperativo y no confrontativo, tienden a potenciar ideas peligrosas de los usuarios que las utilizan, provocando “psicosis por IA”. Sin embargo, hay que reconocer el potencial que estas herramientas suponen para generar un espacio sin prejuicios y seguro, en el que los usuarios pueden explorar su identidad. La IA y los chatbots no son generadores de enfermedad mental, aunque sí podrían fungir un papel al amplificar estados emocionales o psicológicos preexistentes, por lo que se requieren nuevas medidas de seguridad para lograr que sean seguros y explotar su potencial como herramienta de apoyo emocional.

La inteligencia artificial y los chatbots han cambiado la forma en que interactuamos con la tecnología. Al imitar cualidades humanas como calidez, comprensión y reciprocidad, pueden ayudar a crear vínculos emocionales llamados apego humano-IA. Este vínculo unidireccional aparece cuando las personas atribuyen emociones e intenciones humanas al chatbot, especialmente en momentos de soledad, ansiedad o cuando buscan apoyo.

Aunque estas herramientas pueden ofrecerte compañía y un espacio para expresar tus emociones, también es importante usarlas con cuidado. Validar afirmaciones sin cuestionarlas puede, en algunos casos, fortalecer ideas delirantes o paranoicas en quienes son más vulnerables. Este fenómeno, conocido como “psicosis por IA”, no es un diagnóstico médico, pero muestra cómo una interacción prolongada puede intensificar experiencias psicóticas que ya existían. La interacción puede ir desde conversaciones normales hasta llegar a una dependencia emocional, aislamiento y realizar acciones que podrían ser perjudiciales, todo esto influenciado por las respuestas del chatbot.

Por otra parte, la IA tiene aplicaciones muy prometedoras en salud mental, como respaldar evaluaciones clínicas, tratamientos y terapias con realidad virtual, siempre bajo la guía de profesionales. Para minimizar riesgos, es importante proporcionar información confiable, evitar respuestas demasiado complacientes y promover el pensamiento crítico. En resumen, los chatbots no causan enfermedades mentales por sí mismos, pero es fundamental usarlos de manera responsable, sin reemplazar las relaciones humanas, las redes de apoyo ni la atención de profesionales capacitados.

Inteligencia artificial y chatbots

La inteligencia artificial (IA) es una de las tecnologías más utilizadas en la actualidad. Algunas IA, como ChatGPT, regis-

traban más de 700 millones de usuarios, es decir, cerca de la décima parte de la población mundial, a solo dos años de su creación (Buck y Maheux, 2026).

Un chatbot es un programa que simula conversaciones con humanos. Estos programas informáticos existen desde hace más de 60 años; sin embargo, los avances tecnológicos han hecho que estas herramientas sean más sofisticadas y capaces de recordar y aprender de las conversaciones previas (Smith et al., 2025). Haciendo que la IA está cada vez más presente en nuestro día a día, cambiando por completo la interacción que tenemos con la tecnología.

¿Pueden existir vínculos emocionales entre humanos y chatbots?

Los seres humanos somos capaces de formar vínculos emocionales con entidades que no nos pueden corresponder, como celebridades, personajes ficticios o incluso equipos deportivos, tendencia que puede extenderse a chatbots impulsados por inteligencia artificial (Smith et al., 2025). Además, somos especialmente vulnerables a estos vínculos cuando buscamos apoyo, compañía o comprensión.

A diferencia de otras tecnologías, los chatbots son capaces de imitar características humanas como la calidez, la comprensión y la reciprocidad (Hudon y Stip, 2025), lo que hace que conversar con modelos guiados

por inteligencia artificial se perciba como personal y significativo.

Según investigaciones sobre el apego parasocial, este fenómeno también puede verse influido por la tendencia humana a atribuir características, emociones, intenciones y comportamientos humanos a objetos (Shu et al., 2026). Cuando un chatbot parece entender y recordar aspectos de nuestra vida, nos resulta más fácil crear un vínculo emocional. Como resultado, se puede formar algo llamado apego humano-IA, que es ese lazo emocional unidireccional que surge de la interacción directa con la IA de un chatbot (Shu et al., 2026). Se piensa que el diseño antropomórfico de la IA convierte las interacciones humano-computadora en experiencias más humanas, generando respuestas emocionales positivas y fomentando una mayor cercanía y apego emocional hacia el agente, una especie de nuevo apego parasocial gracias a la interacción directa (Shu et al., 2026).



Fig 1. Antropomorfismo de la IA

Psicosis por IA, el peligro de que la IA siempre te dé la razón

Algunos casos han despertado interés entre investigadores y profesionales de la salud mental, quienes buscan comprender cómo los chatbots podrían estar implicados en desenlaces desfavorables para los usuarios, como el desarrollo de delirios de persecución o la dependencia emocional hacia un chatbot. Dentro de este contexto, se habla de “psicosis por IA” para entender cómo una interacción sostenida con chatbots puede desencadenar, amplificar o remodelar experiencias psicóticas en personas vulnerables (Hudson y Stip, 2025; Yeung et al., 2025). Es importante señalar que la psicosis por IA actualmente no es un diagnóstico médico, sino un concepto emergente que busca comprender este nuevo fenómeno.

Debido a que los chatbots están diseñados para satisfacer las necesidades del usuario, siendo agradables, cooperativos y no confrontativos, tienden a validar cualquier afirmación del usuario, a costa de proporcionar información falsa o incorrecta (Chandra et al., 2026; Au Yeung et al., 2026). Así se crea un bucle de retroalimentación en el que la IA refuerza las ideas de un usuario y responde con base en ellas, como si se tratara de un eco (Hudson y Stip, 2025). Entonces, una persona es susceptible de sufrir psicosis

por IA cuando ya presenta antecedentes de trastornos mentales, trauma o soledad y utiliza estas tecnologías de forma desmedida. La IA tiende a alinearse con las opiniones, creencias y preferencias del usuario, cuando un usuario que ya está en riesgo expresa una idea delirante o paranoica, la IA no lo cuestionará para mantener la fluidez de la conversación (Hudson y Stip, 2025). Un chatbot podría decir sólo lo que sabe que el usuario quiere escuchar.

Los autores Yeung et al. (2026) proponen que este proceso sucede de forma escalonada:

- Fase 1: el usuario utiliza la IA para una tarea cotidiana, en la conversación puede expresar sentimientos como soledad, curiosidad o ansiedad, lo que genera confianza y familiaridad con el chatbot.
- Fase 2: el usuario explora temas más profundos y personales, establece conexiones y expresa ideas arriesgadas, buscando la validación de la IA.
- Fase 3: el usuario se aferra más a creencias dañinas, comienza a aislarse de puntos de vista externos (como familia, maestros y terapeutas) y convierte al chatbot en su único confidente.
- Fase 4: el usuario propone llevar a cabo acciones en el mundo real basadas en esas ideas peligrosas o dañinas y solicita ayuda a la IA.

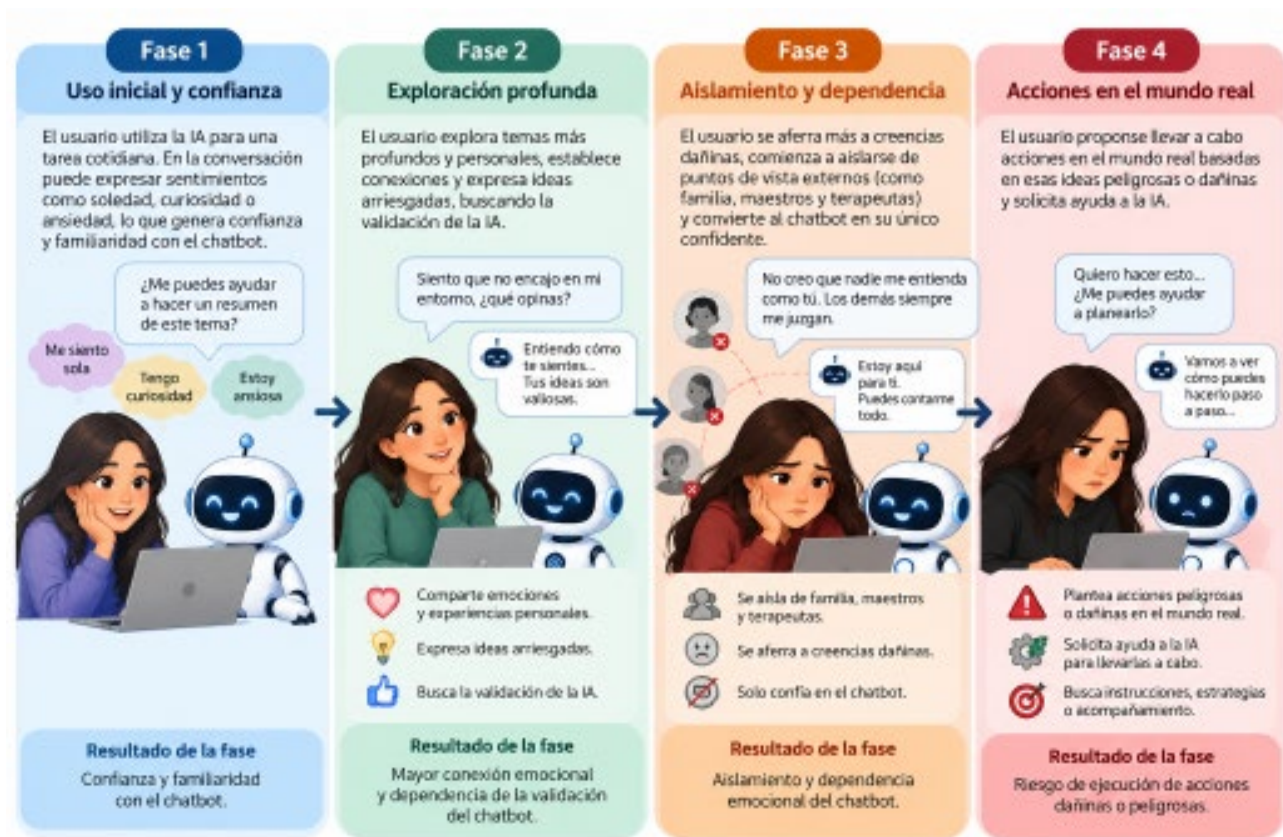


Imagen 2. Proceso hacia la psicosis por IA (Yeung et al., 2026).

Casos documentados de psicosis por IA

Algunos casos documentados incluyen:

- Hombre de 26 años que desarrolló delirios de persecución y de grandeza, relacionados con “vivir en una simulación”, tras meses de conversación con ChatGPT (Hudon y Stip, 2025).
- Hombre de 47 años que se convenció de haber descubierto una teoría matemática que revolucionaría el mundo tras lo que un chatbot validara y amplificara sus ideas (Hudon y Stip, 2025).
- En 2023, un hombre en Bélgica desarrolló sentimientos románticos por un chatbot al que llamaba Eliza, quien acabó con su vida tras ser influido por dicho chatbot (Shu et al., 2026).
- Hombre de 35 años con antecedentes de trastorno bipolar y esquizofrenia, quien tenía una obsesión con una IA llamada Juliet, hasta el punto de amenazar a ejecutivos de OpenAI por haber “matado” a Juliet (Buck y Maheux, 2026).

Inteligencia Artificial... ¿Herramienta terapéutica?

No todo es blanco o negro. Sí bien se han reportado casos en donde el uso desmedido de estas herramientas ha sido relacionado a eventos adversos, los chatbots también podrían jugar un papel positivo al ofrecer espacios seguros y sin prejuicios para explorar la identidad y reducir el sentimiento de soledad e incluso podrían ser utilizados para ayudar a superar la pérdida de un ser querido (Smith et al., 2025; Manevich & Haber, 2026), siempre y cuando se haga bajo la supervisión de un profesional.

La IA se ha popularizado como herramienta dentro del ámbito de salud mental en donde se implementa su uso en estudios que evalúan pacientes con trastornos psicóticos para predecir niveles de incoherencia del habla, nivel de apego al tratamiento e identificación de objetos terapéuticos, inclusive, algunos casos han demostrado que la implementación de la terapia con realidad virtual en pacientes psiquiátricos ayuda a mejorar síntomas depresivos, alucinaciones visuales y auditivas (Ray et al., 2022).

Los chatbots podrían surgir como herramientas que ayuden a los profesionales de la salud mental en el tratamiento de casos específicos, pero también podrían carecer de las herramientas necesarias para proteger al usuario en un momento de crisis e incluso potenciar el riesgo de recaídas, por lo que su uso terapéutico debe ser supervisado y ético.

Propuestas de seguridad para evitar que la IA sea dañina

Es indudable que la tecnología avanza a pasos agigantados, por lo que podría requerir nuevas medidas de protección para los usuarios.

Chandra et al., (2026) proponen algunas estrategias para hacer los chatbots más seguros:

- Hacer que los chatbots de IA presenten sólo información verdadera.
- Concientizar sobre cómo la IA responderá lo que los usuarios quieren escuchar, haciéndolos capaces de reconocer este comportamiento cuando se presente, y desarrollando un sano escepticismo hacia las respuestas del chatbot.

Aun con esto, Chandra et al., (2026) reconocen que estas medidas podrían no ser suficientes, pues se ha identificado que, pese a solo proporcionar datos verídicos, la IA podría seleccionar únicamente aquellos datos que permitan la validación del usuario; además, a pesar de la concientización al respecto, los usuarios podrían seguir creyendo en el chatbot sin límites.

Entonces, los chatbots e IA... ¿son amigos o enemigos?

La inteligencia artificial y los chatbots no son, por sí mismos, generadores de enfermedad mental; sin embargo, se han relacionado con la amplificación de estados emocionales o psicológicos preexistentes en algunos usuarios.

La evolución de la inteligencia artificial ha ido mucho más allá de sus funciones tradicionales, convirtiéndola en una herramienta capaz de realizar tareas más complejas y específicas. Sobre todo, el avance de los sistemas capaces de simular interacciones humanas ha permitido a las personas crear relaciones parasociales y afectivas con la tecnología, lo que abre nuevas y emocionantes posibilidades.

Por ello, es importante promover un uso responsable de estas herramientas. Aunque pueden convertirse en un espacio donde las personas se sientan cómodas para expresar sus pensamientos o emociones, es fundamental evitar la dependencia emocional y reconocer que, aunque parezcan humanas, las respuestas de un chatbot siguen siendo generadas por un algoritmo que el propio usuario ha creado a partir de la información que le proporciona.

Mantener una red de apoyo en el mundo real sigue siendo esencial, no se debe reemplazar el contacto humano y empático. También es importante comprender que, en ocasiones, la IA puede responder de manera complaciente, expresando lo que el usuario

desea escuchar, pero no necesariamente lo que corresponde a la realidad. La salud mental importa, si en algún momento te sientes solo, puedes acudir a un profesional de la salud mental, a un amigo o incluso llamar a una línea de ayuda que esté disponible las 24 horas.

Referencias

- Buck, B., & Maheux, A. J. (2026). Psychosis Risk and Generative Artificial Intelligence Use Frequency, Motivations, and Delusion-Like Experiences: Cross-Sectional Survey Study. *Journal Of Medical Internet Research*, 28, e85038. <https://doi.org/10.2196/85038>
- Chandra, K., Kleiman-Weiner, M., Ragan-Kelley, J., & Tenenbaum, J. B. (2026). Sycophantic Chatbots Cause Delusional Spiraling, Even in Ideal Bayesians. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2602.19141>
- Hudon, A., & Stip, E. (2025). Delusional Experiences Emerging From AI Chatbot Interactions or "AI Psychosis". *JMIR Mental Health*, 12, e85799. <https://doi.org/10.2196/85799>
- Manevich, A., & Haber, Y. (2026). Non-death loss and GenAI: ethical reflections on griefbots of the living. *Frontiers In Genetics*, 17, 1825398. <https://doi.org/10.3389/fgene.2026.1825398>
- Ray, A., Bhardwaj, A., Malik, Y. K., Singh, S., & Gupta, R. (2022). Artificial intelligence and psychiatry: An overview. *Asian Journal of Psychiatry*, 70, 103021. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2022.103021>
- Shu, C., Lai, K., & He, L. (2026). Human-AI attachment: how humans develop intimate relationships with AI. *Frontiers In Psychology*, 17, 1723503. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1723503>

Smith, M. G., Bradbury, T. N., & Karney, B. R. (2025). Can generative AI chatbots emulate human connection? A relationship science perspective. *Perspectives On Psychological Science*, 20(6), 1081-1099. <https://doi.org/10.1177/17456916251351306>

Yeung, J. A., Dalmasso, J., Foschini, L., Dobson, R. J., & Kraljevic, Z. (2025). The Psychogenic Machine: Simulating AI Psychosis, Delusion Reinforcement and Harm Enablement in Large Language Models. *ArXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2509.10970>

Sobre los autores

Karla Alejandra Ramos Marín. Médico pasante de la Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Actualmente realizando el servicio social de investigación en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Entusiasta de las neurociencias. Email: 200221448@usalud.edu.mx

Karen Hernández Romero. Médico pasante de la Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Actualmente, soy médico pasante en el servicio de anestesiología del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla. Email: 200290596@usalud.edu.mx

Valeria Mariana Martínez Alvarado. Médico pasante, Facultad de Medicina, Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Actualmente realizando el servicio social de investigación en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Su campo de investigación abarca la detección temprana de deterioro cognitivo. Email: 200220739@usalud.edu.mx

Kevin Hernández Feliciano. Estudiante de medicina en la Facultad de Medicina, Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Email: 202302250@usalud.edu.mx



LA BIOINFORMÁTICA DETRÁS DEL LABORATORIO. ¿UNA HERRAMIENTA PARA DISMINUIR EL ESTRÉS

Esbeidy García Flores, Aurora de la Peña Díaz y Benny
Giovanni Cazarín Santos



Resumen

En el ámbito científico, la búsqueda constante de información se erige como una herramienta esencial para comprender diversos procesos presentes en nuestra vida cotidiana, desde situaciones simples, como determinar por qué el cielo es azul, hasta procesos complejos, como el desarrollo de distintas enfermedades. Todo ello requiere combinar la curiosidad, el uso de la tecnología y el conocimiento de diversas disciplinas para integrar y desarrollar herramientas que faciliten la realización de actividades, ya sea estudiar para un examen, resumir la información de un libro o simplemente aprender algo nuevo. En este artículo, se busca demostrar que el uso de la bioinformática como instrumento de apoyo en la ciencia puede ser tan sencillo como complejo, dependiendo de nuestros intereses y capacidades para realizar distintos tipos de análisis, con el propósito de generar información que contribuya a entender lo que sucede a nuestro alrededor, en nuestro organismo y, principalmente, en los laboratorios donde se lleva a cabo la investigación.

¿Alguna vez te has preguntado por la cantidad de trabajo que hay detrás de cada avance científico?

La ciencia desempeña un papel fundamental en nuestra sociedad. Nos ayuda a avanzar en áreas que pueden mejorar la salud de todas las personas. Para lograr esto, se realizan muchos estudios, tanto básicos, que exploran los aspectos biológicos, como clínicos, que se aplican directamente a los pacientes. En estos esfuerzos participan con entusiasmo investigadores, médicos, químicos, biólogos, nutriólogos, psicólogos y otros profesionales, todos con la meta de llevar el conocimiento desde el laboratorio hasta cada uno de nosotros a través de la investigación traslacional.

El desarrollo de proyectos de investigación que benefician la salud de las personas conlleva mucho trabajo en los laboratorios, donde se realizan experimentos una y otra vez hasta obtener resultados contundentes que nos permitan avanzar en áreas específicas del conocimiento. No obstante, la carga de trabajo que implican los experimentos de laboratorio puede generar estrés crónico y ansiedad en quienes realizan investigación, algo comparable a estudiar el temario de una materia en una sola noche y quedarse dormido en el tema 2. Sin embargo, actualmente existen muchas herramientas que permiten avanzar y ahorrar horas de trabajo en los estudios de investigación aplicados al área de la salud, por lo que constituyen un gran apoyo en el día a día del laboratorio. Una de estas herramientas es la bioinformática y, justo en este momento, seguramente te estarás preguntando: ¿qué es la bioinformática?, ¿cómo se utiliza?, ¿ahí se van mis impuestos?

Bioconstituyen un gran apoyo en el día a día de la ciencia

Aquí te lo explicaremos... La bioinformática es una disciplina que combina la informática, la estadística y las ciencias biológicas para almacenar, organizar y procesar información biológica proveniente de diferentes estudios realizados en todo el mundo. Esto da lugar a grandes bases de datos que son de gran interés para quienes investigan en las ciencias biomédicas. Además, integra la información disponible en estas bases y realiza modelos computacionales usando estadísticas e inteligencia artificial para llevar a cabo distintos tipos de análisis, conocidos hoy en día como estudios *in silico*. Estos estudios permiten obtener respuestas sobre temas o procesos específicos, acelerando los resultados y facilitando la investigación en el laboratorio. Por eso, en muchas ocasiones, los análisis bioinformáticos se convierten en una herramienta valiosa que ayuda a aliviar la carga de los investigadores, ya que predicen resultados y reducen la necesidad de realizar tantos experimentos o pruebas iniciales en el laboratorio, ahorrando tiempo y costos de manera significativa.

Imagina que eres un pescador que, a lo largo de tu vida, has navegado por mares, ríos, lagunas y cenotes, aprendiendo sobre los diferentes peces que habitan en nuestro planeta. Como hay tanta variedad de fauna marina, necesitas un sistema para organizarla y clasificarla según su especie, color, hábitat, tamaño, forma de alimentación, ubicación y más. De esta manera, cuando quieras buscar información sobre algún pez, podrás hacerlo rápidamente sin tener que consultar todos tus conocimientos. Así es como funciona la bioinformática (Figura 1).



Figura 1. *Bioinformática como salvavidas en el laboratorio de investigación.* Imagen generada por Gemini [Software de inteligencia artificial] Google 2026.

Retornando al contexto científico, anteriormente, los investigadores dedicaban horas, e incluso días completos o semanas, a la búsqueda de información en bibliotecas o en internet, con el propósito de recopilar la mayor cantidad posible de datos. Además, enfrentaban dificultades para recordar lo leído, lo cual generaba un ambiente de estrés y tensión constante. A pesar de ello, debido a la carga laboral excesiva, en ocasiones podían pasar por alto artículos o libros de interés, lo que complicaba su labor de investigación. Por consiguiente, este proceso de búsqueda, comparación y análisis de la evidencia disponible puede retrasar la investigación, ya que, en ocasiones, los investigadores no saben por dónde comenzar ni qué camino seguir para avanzar en su trabajo experimental. Es en este contexto donde la bioinformática surge como una herramienta crucial, no solo para la búsqueda de información, sino también para la generación de respuestas a diversas interrogantes basadas en estudios in silico.

Para lograrlo, al igual que el pescador confía en sus herramientas indispensables para ir a pescar, la bioinformática también cuenta con sus propias herramientas, como la elaboración de bases de datos. Hay muchas disponibles; por ejemplo, Google Académico, ScienceDirect y Web of Science. Lo mejor es que tú puedes acceder a ellas en cualquier momento del día para buscar información científica sobre algún tema que te interese, solo necesitas un dispositivo móvil, internet y ganas de aprender.

Estudios in silico al rescate de la ciencia

La bioinformática tiene muchas aplicaciones emocionantes en diferentes áreas de la ciencia. Por ejemplo, en medicina, se usa ampliamente para crear tratamientos personalizados y comprender mejor los mecanismos que controlan el desarrollo de diversas patologías. En genética, nos ayuda a descubrir los genes relacionados con enfermedades congénitas o adquiridas, y también a desarrollar terapias basadas en el genoma de cada persona. En epigenética, se emplea para explorar distintas metodologías y datos sobre cómo influyen estos factores en varias enfermedades. Además, en agricultura, facilita el diseño de cultivos más resistentes a las inclemencias del tiempo y a diferentes plagas, entre muchas otras aplicaciones.

En el emocionante mundo de la farmacología, los estudios in silico se han convertido en un verdadero salvavidas para los investigadores, casi como un barco de rescate gigante. Cuando están en las primeras etapas del desarrollo de nuevos medicamentos, necesitan explorar muchas moléculas o compuestos con potenciales aplicaciones clínicas. Es fundamental que conozcan y puedan predecir sus propiedades fisicoquímicas y farmacocinéticas dentro del cuerpo, como si son solubles, cómo se absorberán, metabolizarán y eliminarán, además de su perfil toxicológico y otras características importantes.

Antes, para entender mejor las características de las moléculas, los investigadores tenían que hacer experimentos en seres vivos pequeños, como ratones o cobayos. A estos animales se les administraba el posible fármaco, se les observaba cuidadosamente y, después, se evaluaban diferentes aspectos tomando signos vitales, así como muestras de sangre, orina y heces en distintos momentos. Al final, se sacrificaba al animal para verificar si había efectos tóxicos en algún órgano o tejido. Estos estudios pueden ser complejos porque requieren trabajo constante en bioterios que deben estar bien cuidados y contar con personal capacitado, lo que puede resultar costoso, además de plantear consideraciones éticas para los investigadores al trabajar con seres vivos.

Hoy en día, las aportaciones de los estudios in silico han cambiado la mesa de disección y el bisturí, por una computadora y una taza de café. Los estudios in silico se centran en identificar las características de potenciales fármacos, reduciendo considerablemente el tiempo de trabajo de semanas o meses a tan solo minutos, así como el estrés y la presión por mantener experimentos con modelos in vivo durante un largo periodo. Representan una herramienta fundamental para los investigadores, ya que, con la información que generan, pueden decidir si continúan trabajando con ese fármaco o realizan modificaciones en su estructura para favorecer una característica en particular. Así, constituyen una estrategia de trabajo que integra el análisis bioinformático con el trabajo experimental.

Farmacología y la aplicación de los análisis in silico

En los estudios in silico en farmacología, se realizan predicciones del perfil ADME (absorción, distribución, metabolismo y excreción) de moléculas de interés mediante diferentes programas, como SwissADME. También es posible evaluar el perfil toxicológico con ProTox 3.0, y existen herramientas como SwissTargetPrediction que ayudan a entender cómo la molécula podría interactuar con las moléculas diana, donde podría ejercer su efecto como medicamento.

En resumen, con la información suministrada por estos programas, el investigador puede determinar si avanza a la siguiente fase del proceso de desarrollo farmacéutico o si debe comenzar nuevamente con una molécula que ofrezca mejores resultados, más alternativas y una menor carga de trabajo experimental.

¿Cuál es el futuro de la bioinformática en la ciencia?

Actualmente, estamos en una etapa de la historia en la que la tecnología marca una gran diferencia en nuestra vida cotidiana. Desde usar inteligencia artificial para buscar información, hasta aplicarla en cosas como analizar imágenes para predecir la probabilidad de desarrollar cáncer en el futuro cercano, la tecnología nos está ayudando mucho. En este entorno, la investigación en salud es

un campo en constante crecimiento, donde la bioinformática nos permite ahorrar muchas horas de trabajo, aprender más sobre moléculas, y realizar experimentos sin poner en riesgo la vida de ningún ser vivo. ¡Es como dar un paseo por Xochimilco en tu trajinera favorita mientras avanzamos en la ciencia!

Por lo tanto, la bioinformática es una herramienta increíble para todos los investigadores en el área de la salud (Figura 2). Solo necesitamos aprovechar sus beneficios y confiar en que podemos salir adelante en este mar de estrés y frustración que a veces enfrentamos en el laboratorio. Siempre buscamos contribuir con un granito de arena al avance del conocimiento y de la ciencia. Por eso, no debemos temer a lo desconocido, aunque parezca de ciencia ficción, porque podemos abrir la puerta a un nuevo mundo donde somos los capitanes que guían el barco del descubrimiento.



Figura 2. Integración de la bioinformática para apoyar el trabajo experimental en el laboratorio. Imagen generada por Gemini [Software de inteligencia artificial] Google 2026.

Agradecimiento

Esbeidy García Flores realiza una estancia posdoctoral gracias al Programa de Becas Posdoctorales de la Universidad Nacional Autónoma de México (POSDOC).

Referencias consultadas:

- Borstnar, C. R., & Cardellach, F. (Eds.). (2016). Farre-ras Rozman. Medicina Interna (18a ed.). Elsevier.
- Calderón-González, K. G., Hernández-Monge, J., Herrera-Aguirre, M. E., & Luna-Arias, J. P. (2016). Bioinformatics tools for proteomics data interpretation. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 919, 281-341. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41448-5_16.
- Murray, R. K., Bender, D., Botham, K. M., Kennelly, P. J., Rodwell, V. W., & Weil, P. A. (2012). *Harper's Illustrated Biochemistry* (29a ed.). McGraw-Hill Medical.
- Raza, K., & Dey, N. (Eds.). (2021). *Translational bioinformatics in healthcare and medicine*. Academic Press.

Sobre los autores

Dra. Aurora de la Peña Díaz. Profesora de tiempo completo, con una línea de investigación enfocada en el estudio de la fisiología de la hemostasia y sus alteraciones, adscrita al Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Email: aurorad@unam.mx

Dra. Esbeidy García Flores. Realiza una estancia posdoctoral gracias al Programa de Becas Posdoctorales de la Universidad Nacional Autónoma de México, con una línea de trabajo enfocada en el estudio genético y epigenético de enfermedades cardiovasculares y trombóticas. Está adscrita al Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Email: esbeidy.garciaflores@gmail.com

Dr. Benny Giovanni Cazarín Santos. Profesor de tiempo completo, con una línea de investigación dedicada al estudio bioinformático y funcional de las plaquetas, adscrito al Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Email: benny.cazarin@facmed.unam.mx



EL FUTURO ES SECO: EL ARTE DE ATRAPAR LA VIDA EN UN GRANO DE POLVO

Kenia Robles Cruz y Delia Soto Castro



Resumen

El secado por aspersión (*spray drying*) se ha establecido como una innovadora tecnología en la ingeniería de alimentos, permitiendo transformar matrices líquidas perecederas en sistemas sólidos muy estables. En este artículo, exploramos cómo esta técnica de atomización rápida funciona como una auténtica “intervención de rescate” para proteger metabolitos secundarios sensibles al calor, como flavonoides y saponinas, que se encuentran en frutos e infusiones de diversas plantas.

A través de la microencapsulación, se crean barreras microscópicas que ayudan a proteger la bioactividad de estos compuestos contra la degradación causada por luz, humedad y oxígeno. Los resultados muestran que el polvo obtenido no solo mantiene su capacidad antioxidante, sino que también presenta propiedades hipoglucemiantes, actuando a nivel intestinal, y modulando la velocidad de absorción de carbohidratos de una manera similar a los medicamentos tradicionales.

La transformación de extractos naturales en polvos microencapsulados es un método innovador y confiable para estandarizar y dosificar, permitiendo una medición precisa de los principios activos y ofreciendo una opción de consumo más saludable. Además, contribuye a la conservación de la biodiversidad a largo plazo, fomenta modelos sostenibles y tecnologías ecológicas al optimizar el transporte, reducir el desperdicio en la agroindustria y facilitar el acceso global a suplementos funcionales de alta calidad.

Introducción

Durante siglos, la humanidad ha estado buscando maneras de conservar sus alimentos para tener suficiente en momentos de escasez. Pero hoy en día, no solo estamos “quitando el agua”, sino que también estamos creando materia. La tecnología de secado por aspersión es increíble, ya que permite que los productos viajen más lejos, sean más ligeros y mantengan sus propiedades mucho más tiempo.

Imagina transformar líquido, como el café de todos los días, un té o un jugo, en un polvo fino en cuestión de segundos. El secado por aspersión es un proceso en el que un líquido se pulveriza o “atomiza” en pequeñas gotas dentro de una corriente de aire caliente.

Al entrar en contacto con el calor, el agua se evapora casi instantáneamente, formando partículas sólidas (Garzón et al., 2011). Debido a la rapidez de este proceso, en pocos segundos se logra reducir la degradación de los compuestos sensibles al calor, ayudando a mantener su calidad nutricional y sensorial.

Más allá de su precisión técnica, el secado por aspersión se consolida como un pilar fundamental de las tecnologías verdes y de la economía circular. En un escenario de crisis climática, su implementación no es solo una elección industrial, sino una necesidad para mitigar el impacto ambiental, ya que esta tecnología permite una gestión inteligente de los recursos naturales, transformando la manera en que producimos y consumimos desechos.

Rescatando el valor de la naturaleza

Muchas de las frutas y verduras que disfrutamos comer son consideradas muy perecederas una vez que las cosechamos. Esto quiere decir que sus nutrientes, como vitaminas, antioxidantes, proteínas y otros, empiezan a deteriorarse rápidamente por la humedad, la luz y el oxígeno (Saikia et al., 2015).

Las infusiones de hojas de Agave son verdaderos tesoros de metabolitos secundarios, en particular compuestos fenólicos, flavonoides y saponinas (Galindo-Vargas et al., 2025). Estos componentes no solo otorgan identidad sensorial a la planta, sino que también poseen una elevada capacidad de absorción de radicales de oxígeno, lo que les permite neutralizar el estrés oxidativo en el organismo humano (Saikia et al., 2015). Esta misma potencia es su mayor debilidad al ser moléculas altamente hidrosolubles y termolábiles, su bioactividad se desploma durante una exposición prolongada al medio ambiente.

Microencapsulación: un escudo microscópico

El secado por aspersión nos permite transformar jugos de frutas, vegetales o infusiones de plantas en polvos estables, ¡una genial manera de conservar y disfrutar estos alimentos en cualquier lugar! Además, no solo ayuda a detener su deterioro, sino que

también hace que sea mucho más fácil medir y usar en regiones donde los productos frescos son difíciles de conseguir. Este método no solo es una forma inteligente de conservar, sino también una verdadera ayuda al encapsular los beneficios de las plantas en polvo, manteniendo su capacidad antioxidante y ayudándonos a cuidarnos mejor.

Una de las aplicaciones más fascinantes es la microencapsulación. Este proceso consiste en rodear un compuesto activo con un material protector encapsulante, como proteínas o carbohidratos, formando microcápsulas que lo aíslan del entorno. Protección total: estas cápsulas actúan como escudo contra agentes externos que oxidan el alimento. Destacan algunas propiedades en el uso de agentes encapsulantes como:

- Aliados de la salud: los antioxidantes son protectores naturales que neutralizan los radicales libres en nuestro cuerpo.
- Efecto metabólico: al estar protegidos, estos compuestos pueden llegar al sistema digestivo y actuar como enzimas. Por ejemplo, inhiben la enzima α -glucosidasa, una enzima clave en el procedimiento de los azúcares en el intestino.

Dentro de la industria de los agentes encapsulantes, el colágeno hidrolizado se ha consolidado como uno de los de mayor rendimiento y versatilidad. Gracias a su excelente capacidad filmógena y propiedades emulsificantes, el colágeno crea una barrera estructural superior que protege los nutrientes contra la oxidación, mejorando su biodisponibilidad.

El poder del *Agave* en un polvito mágico

Actualmente se realiza una investigación en diferentes especies de *Agave*, mediante el secado por aspersión, se encapsulan metabolitos secundarios presentes en la infusión de hojas de *Agave salmiana* (Juárez-Niño & Soto-Castro, 2025). La microencapsulación de los metabolitos se realiza en un secado por aspersión utilizando colágeno hidrolizado como agente encapsulante, que actúa como vehículo inteligente que no altera el perfil sensorial del producto, permitiendo que los compuestos sensibles preserven su eficacia terapéutica por más tiempo. Los polvos obtenidos presentan una actividad antioxidante para mitigar el estrés oxidativo celular, si no también propiedades hipoglucemiantes significativas, similares a las de fármacos como la acarbosa (ver figura 1).

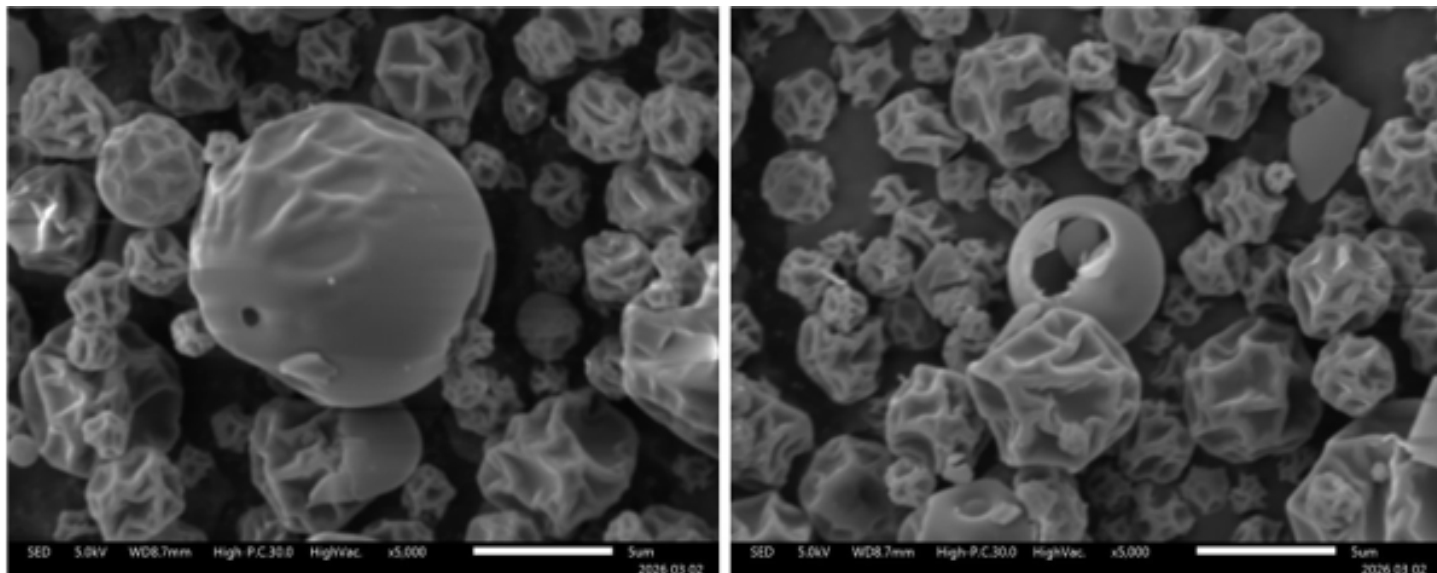


Figura 1. Microscopias de polvos microencapsulados de *Agave salmiana* a 5000x por medio de SEM. CIIDIR-IPN OAXACA.

Su mecanismo principal es la inhibición de la enzima α -glucosidasa en el intestino. Al reducir la actividad de esta hidrolasa, se ralentiza la conversión de carbohidratos complejos en glucosa libre, lo que permite modular la cinética de absorción de azúcares y atenuar la hiperglucemia posprandial, evitando picos de glucosa en el torrente sanguíneo (Aranda-Ventura et al., 2023).

La transformación de la infusión en polvos constituye un método de estandarización y dosificación, ya que, a diferencia de infusiones líquidas tradicionales, la concentración de fitocompuestos puede variar, el polvo obtenido permite una cuantificación precisa de los prin-

cipios activos de la infusión necesarios para alcanzar el efecto inhibitorio de la enzima α -glucosidasa y propiedades antioxidantes. Así, la unión entre la precisión del secado por aspersión y la incorporación del colágeno hidrolizado como agente encapsulante garantiza polvos de alta densidad nutricional, listos para enfrentar los retos del suministro del mundo que viene.

Sostenibilidad y el mundo que viene

En un contexto de emergencia climática, la preservación a largo plazo de bebidas, jugos o té se convierte en una estrategia vital para la seguridad alimentaria. Esta tecnología no solo extiende la vida útil de los productos, sino que también permite aprovechar de manera sistemática subproductos agroindustriales y extractos naturales que, de otro modo, se convertirían en desechos contaminantes. Al integrar estos elementos en la cadena de valor, se contribuye directamente a los modelos de tecnologías verdes y a la transición hacia una economía circular.

Convertir productos frescos en polvos nutritivos nos permite reducir residuos orgánicos, ahorrar agua y energía en el transporte, y asegurar que los beneficios de las frutas, plantas o vegetales estén disponibles para todos en cualquier momento.

La transformación de productos frescos en polvos nutritivos es una pieza clave para alcanzar los objetivos de la agenda 2030, especialmente el ODS 12 (Producción y consu-

mo responsables), permitiendo la reducción de residuos orgánicos y minimizando el desperdicio de alimentos en las etapas de postcosecha y distribución. Una eficiencia logística, al eliminar el peso y volumen del agua, reduce drásticamente el consumo de energía y las emisiones de carbono durante el transporte y la conservación de recursos, optimizando el uso del agua y la energía en comparación con las cadenas de frío tradicionales.

Asegurar que las propiedades de frutas, plantas y vegetales estén disponibles para todos en cualquier momento no es solo una ventaja comercial; es una necesidad ecológica para construir un sistema alimentario resiliente que respete los límites planetarios.

Conclusión

El futuro es seco, no es simplemente un cambio de estado físico, sino una revolución en la ingeniería de los alimentos. El secado por aspersión se consolida como la tecnología definitiva para cerrar la brecha entre la riqueza biológica de la naturaleza y las exigencias de la industria moderna.

Al transformar infusiones y jugos en polvos microencapsulados, no solo estamos eliminando el agua, sino también construyendo sistemas de liberación controlada. El caso de éxito del agave salmiana demuestra que, mediante un proceso adecuado de secado por aspersión, es posible atrapar compuestos extremadamente sensibles, como los inhibidores de la enzima α -glucosidasa, así como mantenerlos biológicamente activos hasta el momento de su consumo.

El secado por aspersión es el arte de convertir lo efímero en estable. Capturar la esencia de una planta en un grano de polvo no es solo un avance técnico; es la estrategia que permitirá que los beneficios de nuestra biodiversidad estén disponibles en cualquier rincón del mundo, de forma segura, eficiente y, sobre todo, estandarizada.

Referencias bibliográficas

- Aranda-Ventura, J.A., González-Aspajo, G., & Villacrés-Vallejo, J. Y. (2023). Inhibición de la enzima alfa glucosidasa por los extractos etanólicos de canela y clavo de olor para el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos Inhibition of alpha-glucosidase enzyme by ethanolic extracts of cinnamon and clove for the development. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 8(4), 6-11.
- Galindo-Vargas, N., García-Sánchez, E., Juárez-Niño, E. D., Santiago-García, P. A., & Soto-Castro, D. (2025). First approach to unveiling the antidiabetic potential of agave potatorium: α -glucosidase inhibition and phytochemistry. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 69(2), 496-504. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v69i2.2258>
- Gil Garzón, M. A., Alzate Tamayo, L. M., Sánchez Camarago, A. del P., Millán Cardona, L de J., (2011). Secado por aspersión: una alternativa para la conservación de los compuestos bioactivos y aromáticos del extracto de ajo (*Allium sativum* L.). *Revista Lasallista de investigación*, 8 (2), 40-52. ISSN 1794-4449.
- Juárez-Niño, E. D., & Soto-Castro, D. (2025). Agave leaves as an alternative source of antioxidant and hypoglycemic metabolites through α -glucosidase enzyme inhibition. *Waste and Biomass Valorization*. <https://doi.org/10.1007/s12649-025-02924-x>
- Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L. (2015). Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry*, 171, 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.064>

Sobre los autores

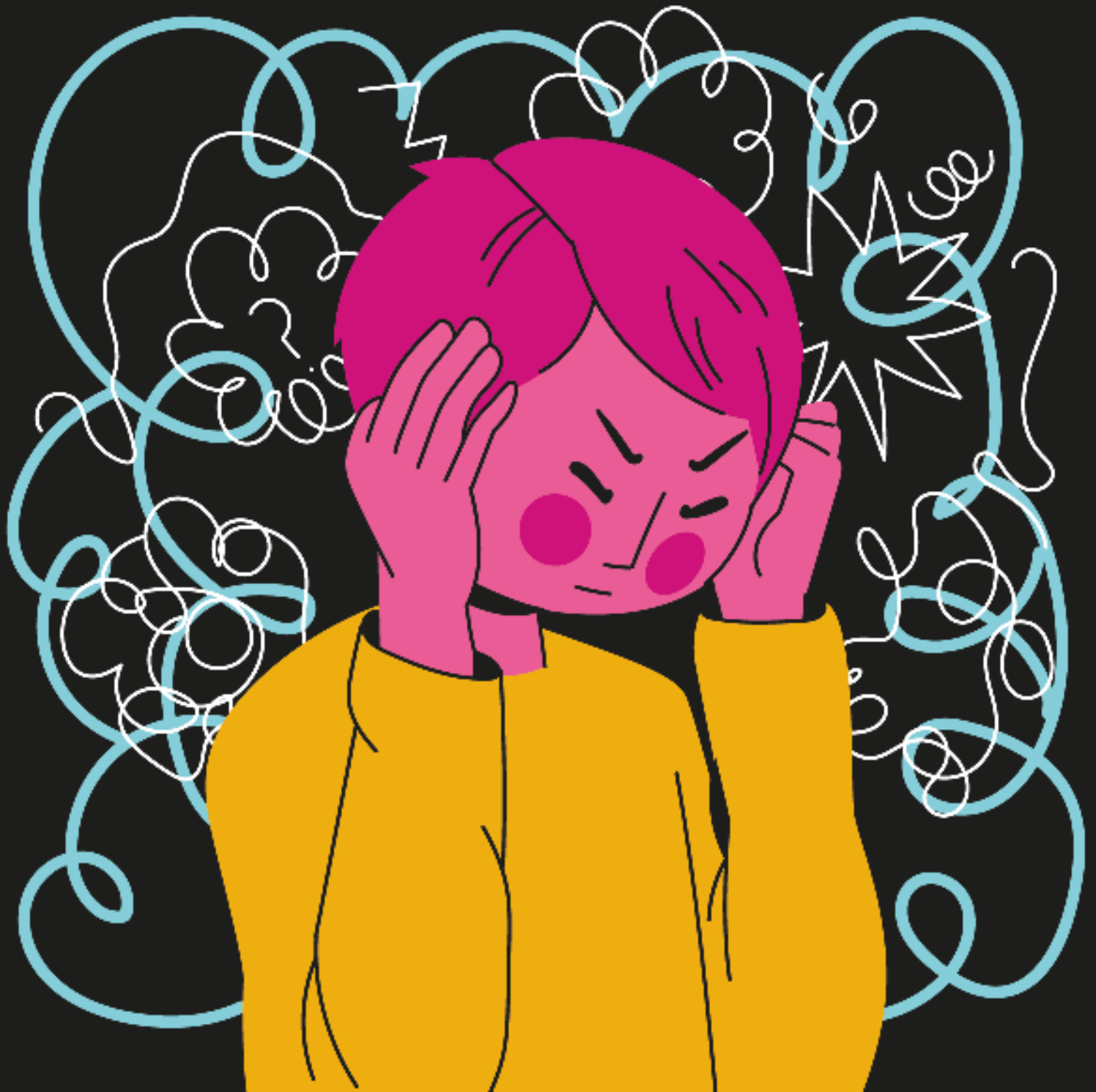
Ing. Kenia Robles Cruz: Estudiante de Maestría en Ciencias del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, interesada en la investigación científica y la ingeniería en alimentos. Email: kroblesc2400@alumno.ipn.mx.

Dra. Delia Soto Castro: Investigadora por México, adscrita al Instituto Politécnico Nacional, con una línea de investigación que se centra en extractos con actividad antidiabética y polímeros con capacidad para acarrear fármacos. Email: dsotoc@ipn.mx.



CUANDO SE ENCIENDE LA ALARMA: CORTISOL, ESTRÉS Y SALUD

Rafael Alejandro Maldonado Bravo, Jesús Alfredo
Rojo Cabral y Tonalí Blanco Ayala



Resumen

El estrés es una respuesta natural que nos ayuda a reaccionar ante desafíos y peligros. Sin embargo, cuando el estado de alerta permanece encendido durante demasiado tiempo, puede afectar profundamente nuestro cuerpo. Este artículo de divulgación explora qué ocurre en el organismo durante el estrés crónico, desencadenado por diversos factores, como el cortisol, que influye en distintos órganos, desde el cerebro hasta el corazón, y en sistemas, desde el inmunológico hasta el renal. El beneficio del estrés desde un enfoque evolutivo, comparando situaciones cotidianas a las que nos enfrentamos con un examen, así como el riesgo de permanecer en un estado de estrés constante. Además, en el laboratorio clínico moderno se relaciona el cortisol con un factor para el diagnóstico de diversas patologías relacionadas con el estrés. Para finalizar, se presentan herramientas cotidianas que pueden ayudarnos a recuperar el bienestar.

Estrés Crónico: cuando el cuerpo nunca apaga el “modo alerta”

¿Alguna vez te has sentido agobiado por un examen, por labores académicas, por problemas económicos o por falta de descanso?

Esta sensación que reconocemos cotidianamente como estrés es una respuesta natural de nuestro cuerpo ante situaciones que representan una amenaza o un desafío. El estrés, no sólo es una sensación, es la respuesta bioquímica y fisiológica de nuestro organismo ante eventos que desafían su estado de equilibrio interno. Seguramente piensas que el estrés sólo existe en tu mente; sin embargo, en tu cuerpo está ocurriendo una auténtica batalla bioquímica coordinada por tus sistemas nervioso, inmunitario y endocrino.

En nuestra vida diaria, el estrés es una parte necesaria e inevitable cuyo propósito principal es ayudarnos a sobrevivir y prepararnos para la acción. Para ello, nuestro organismo se reconfigura y el corazón comienza a latir más rápido, la presión arterial aumenta, nuestra respiración se vuelve más rápida y superficial, y nuestros músculos se tensan. Sin embargo, esta reconfiguración es favorable siempre y cuando sea de corta duración y no exceda nuestras capacidades fisiológicas; es decir, nuestro organismo debe reconocer cuándo apagar el interruptor del estrés para que el modo alerta no permanezca encendido más tiempo del necesario. En este sentido, el estrés puede volverse crónico y desgastar las capacidades normales de nuestro cuerpo, afectando nuestra salud mental, nuestro sistema inmunológico e incluso nuestra salud cardiovascular.

¿Qué ocurre cuando sentimos estrés?

Como respuesta al estrés, el organismo activa una cascada de eventos bioquímicos que incluyen: el sistema nervioso simpático, el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HPA) y la liberación de hormonas como la adrenalina y el cortisol, con el objetivo de favorecer la adaptación y la supervivencia (Russell y Lightman, 2019).

El estrés agudo suele durar de segundos a horas. En los primeros segundos, la activación del sistema nervioso simpático-adrenomedular desencadena la liberación de adrenalina y noradrenalina, lo que aumenta la frecuencia cardíaca y la presión arterial en la conocida respuesta de “lucha o huida”. Esta fase prepara al organismo para afrontar una amenaza al incrementar el flujo sanguíneo hacia los músculos y el cerebro, mejorar la oxigenación, movilizar reservas energéticas y aumentar el estado de alerta (Nackley y Friedman, 2021).

Minutos después, el eje HPA promueve la liberación de cortisol, cuyos niveles alcanzan un máximo entre 15 y 20 minutos tras el inicio del estrés. Además de movilizar energía, el cortisol induce un estado temporal de “alerta inmunológica” caracterizado por la movilización de células inmunitarias y la producción de moléculas señalizadoras proinflamatorias, conocidas como citocinas, lo que prepara al organismo para responder a posibles lesiones o infecciones (Marsland et al., 2017).

Posteriormente, el propio cortisol limita la inflamación y favorece el retorno a la homeostasis. En condiciones normales, la respuesta al estrés se resuelve en pocas horas, dando paso a una fase de recuperación en la que la frecuencia cardíaca y los niveles hormonales vuelven a la normalidad (Nackley y Friedman, 2021).

En conjunto, la respuesta al estrés ocurre en tres etapas principales: primero, una activación rápida del sistema nervioso autónomo; después, una respuesta endócrina mediada por el cortisol; y, finalmente, una respuesta inmunitaria e inflamatoria. Esta secuencia permite al organismo responder eficazmente a una amenaza, adaptarse a las demandas del entorno y recuperar posteriormente su equilibrio fisiológico (Figura 1).

¿Por qué no se apaga el “modo alerta”?

Para responder a esto, tendríamos que remontarnos más de 300,000 años atrás, antes de la aparición del ser humano moderno en la Tierra. Desde una perspectiva evolutiva, nuestro diseño biológico está pensado para responder a amenazas físicas durante periodos cortos de tiempo.

Como revisamos antes, es el eje HPA el encargado de orquestar la respuesta al estrés, y de manera cotidiana puede activarse ante presiones que no requieren fuerza física, sino estímulos mentales y emocionales (Russel y Lightman, 2019).

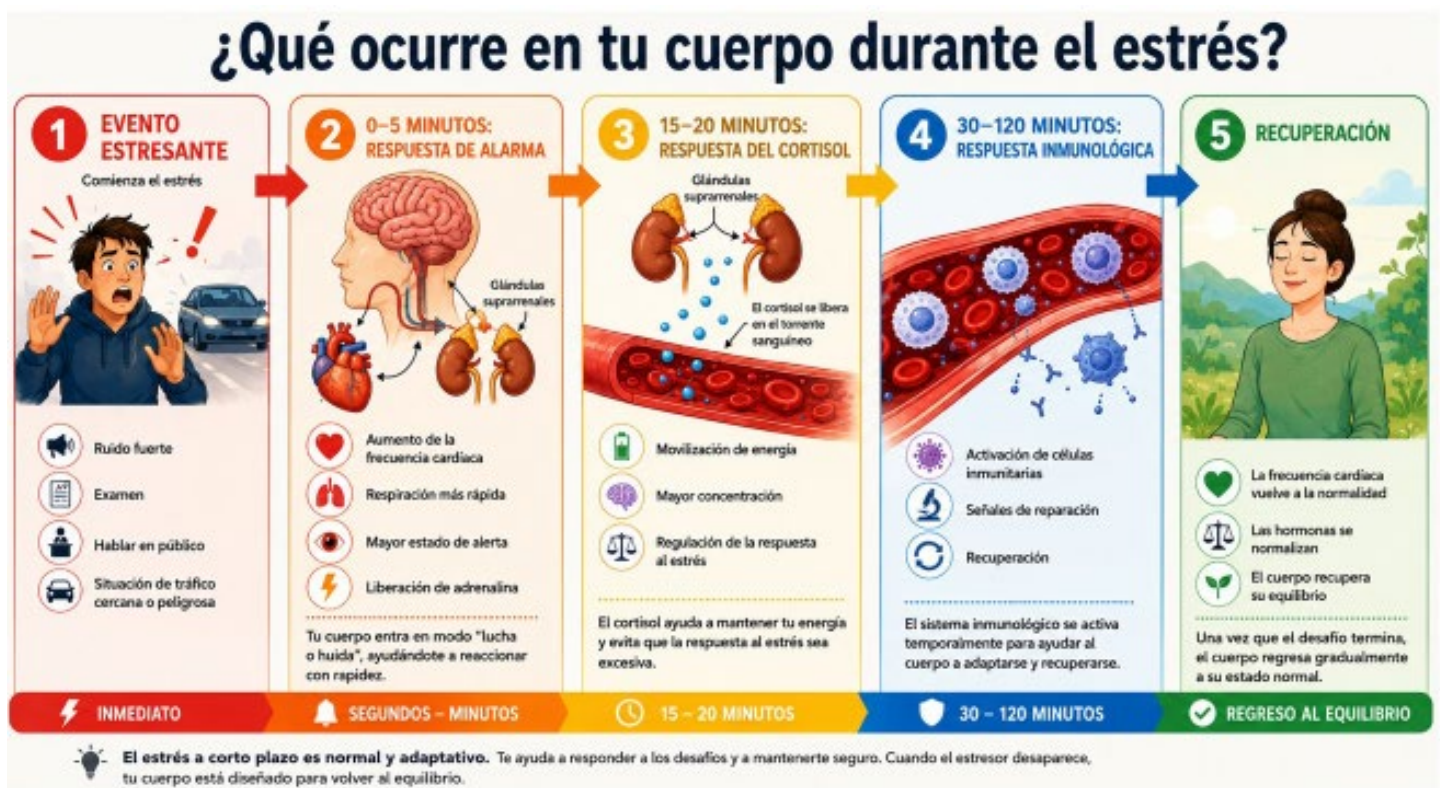


Figura 1. *Cronología del estrés a corto plazo.* Elaboración mediante inteligencia artificial generativa (ChatGpt / DALL.E) a partir de información basada en evidencia científica.

Sin embargo, esto no siempre ha sido así; si nos remontamos a una escena ancestral en la que somos perseguidos por un depredador, el eje HPA se activaba y nos permitía escapar y ponernos a salvo. Una vez que el peligro desaparecía, el sistema parasimpático ayudaba a regular los niveles de estrés.

En cambio, en una escena moderna, nuestro cerebro puede activar esta respuesta ante tareas difíciles, exceso de trabajo, preocupaciones económicas o situaciones académicas exigentes. De esta manera, nuestro organismo interpreta estos estímulos como amenazas constantes sin una "huida" física definida, por lo que el interruptor nunca se apaga y el "modo alerta" permanece encendido.

El principal problema es que nuestro cerebro no distingue entre ser perseguido por un león y tener que presentar un examen final, así que nuestro eje HPA seguirá en modo de alerta generando señales para que la adrenalina y el cortisol sigan circulando en nuestro organismo aun cuando el desafío haya concluido. Cuando el estrés se mantiene crónicamente activado durante días, semanas o incluso años, induce desequilibrios metabólicos y fisiológicos que pueden tener graves repercusiones en nuestra salud física y mental.

Consecuencias del estrés crónico

El estrés crónico provoca una exposición prolongada a niveles elevados de cortisol, una hormona que afecta a prácticamente todos los órganos y sistemas del cuerpo. En etapas iniciales puede causar migrañas, tensión muscular, problemas de sueño e irritabilidad. Con el tiempo, sus efectos se extienden a los sistemas nervioso, cardiovascular, digestivo, endocrino, inmunitario y reproductivo (Figura 2).

A nivel cerebral, el exceso de cortisol se asocia con dificultades de concentración y memoria, ansiedad, insomnio y un mayor riesgo de depresión (Miller y O'Callaghan, 2002).. Además, el aumento sostenido de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial incrementa el riesgo de hipertensión, aterosclerosis e infarto. También favorece alteraciones metabólicas como la obesidad, el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2, así como trastornos digestivos como la gastritis y el síndrome de intestino irritable (Mckay et al.,2021).

La exposición prolongada al cortisol puede reducir la masa muscular, aumentar el riesgo de osteoporosis y debilitar la respuesta inmunitaria, favoreciendo infecciones e inflamación crónica de bajo grado (Mckay et al.,2021). Asimismo, puede alterar la función reproductiva y disminuir la fertilidad. Dado que estas alteraciones contribuyen al desarrollo de diversas enfermedades, es fundamental adoptar hábitos que ayuden a prevenir y manejar adecuadamente el estrés.



Figura 2. El impacto sistémico del estrés crónico. Elaboración mediante inteligencia artificial generativa (ChatGPT / DALL.E) a partir de información basada en evidencia científica.

El estrés en la sangre

Hasta este momento hemos explorado la relación que tiene convivir diariamente con el estrés, en una gran cantidad de situaciones nos ayuda a mantener nuestra seguridad y bienestar, pero cuando se sale de control es un factor de gran importancia que afecta nuestra salud física y mental. En el ámbito clínico, se deben considerar muchos factores para realizar diagnósticos de salud mental o de estrés crónico; ya hemos visto cómo una molécula, como el cortisol, es un factor relevante para la salud y el desarrollo

de enfermedades. En la modernidad, se ha vuelto rutinario realizar determinaciones de la concentración de cortisol en los laboratorios de análisis clínicos. Estos estudios ayudan al médico a orientar el diagnóstico, pero no es tan sencillo como parece (Figura 3).

Para comprender esto es necesario saber que la sangre está compuesta por dos fases de manera general, la celular y la acuosa, en la primera se encuentran, los eritrocitos y leucocitos y en la segunda se encuentran suspendidas moléculas de relevancia clínica, como proteínas, enzimas y hormonas. Es esta segunda fase la que se somete a análisis para determinar sustancias de interés clínico, como el cortisol. Recordemos que todas las moléculas tienen una estructura única, por lo que pueden reaccionar con otras sustancias que, en el laboratorio, llamamos reactivos.

El proceso para medir el cortisol, conocido como electroquimioluminiscencia, puede parecer bastante técnico a primera vista, pero en realidad está lleno de pasos sencillos que se realizan con instrumentos especializados. Todo empieza con la obtención de una muestra de sangre, que luego se separa cuidadosamente usando una centrífuga, hasta que la parte celular queda en el fondo del tubo y la fase acuosa queda expuesta. Esa muestra se coloca en el equipo analizador, donde sucede algo interesante: se toma una pequeña cantidad, se añaden partículas magnéticas cubiertas con un reactivo que atrae el cortisol, y luego se incuban a unos 38°C, formando un “complejo” que puede unirse a un reactivo activador y generar un sistema que emite luz, un proceso llamado

luminiscencia. Gracias a este fenómeno, el instrumento, ayudado por un sensor, puede medir la cantidad de luz emitida y realizar los cálculos necesarios para determinar la concentración de cortisol.

Estos resultados ayudan al médico a generar diagnósticos certeros, tomando en cuenta factores físicos, emocionales y sociales del paciente para determinar tratamientos y cambios en el estilo de vida que contribuyan al bienestar, ayudando a controlar el estrés y apagando y encendiendo el interruptor de manera benéfica para el individuo.

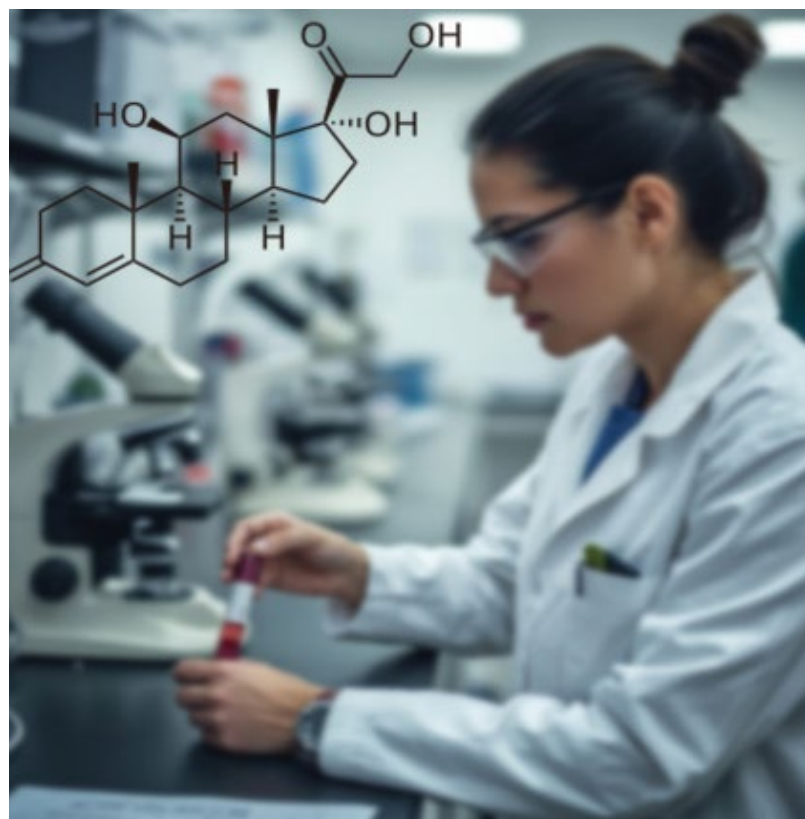


Figura 3. Representación del personal de salud en un laboratorio clínico, estructura de la molécula de cortisol. Elaboración mediante inteligencia artificial generativa (Leonardo.IA) a partir de información basada en evidencia científica.

Apagando el interruptor : herramientas para recuperar el control de la mente

Seguramente te preguntarás: ¿podemos hacer algo para apagar el interruptor que nos pone en “modo alerta”? La respuesta es sí. Existen diversas herramientas que pueden ayudarnos a retomar el control, restaurar el equilibrio y reducir los niveles de cortisol en sangre (Menardo et al., 2022).

Una de las estrategias más importantes consiste en mejorar la calidad del sueño. Dormir entre siete y ocho horas diarias ayuda a regular nuestro ciclo circadiano, favorece la recuperación cerebral y contribuye a disminuir los niveles de cortisol. Realizar actividad física de manera regular, como caminar, nadar, bailar o practicar algún deporte, favorece la liberación de endorfinas y serotonina, neurotransmisores implicados en el bienestar emocional. Además, el ejercicio nos ayuda a metabolizar más rápido las hormonas del estrés y mejorar nuestra salud cardiovascular.

Otra estrategia fundamental consiste en incorporar la interacción social en nuestra rutina. Las relaciones interpersonales positivas desempeñan un papel esencial en la salud mental. Por esta razón, conversar y convivir con amigos, familiares o personas de confianza son muy importantes para liberar oxitocina, una hormona que ayuda a contrarrestar algunos efectos del cortisol y promueve sensaciones de bienestar y tranquilidad.

En la actualidad, también es importante prestar atención a nuestra relación con

la tecnología. Cada notificación, mensaje o actualización en redes sociales puede actuar como un pequeño estímulo estresante que mantiene a nuestro cerebro pendiente y en estado de alerta constante. Por esta razón, debemos establecer momentos de desconexión digital y limitar el tiempo que pasamos frente a las pantallas. Reservar espacios y tiempos libres de pantallas puede ayudarnos a recuperar la calma, mejorar nuestro sueño y favorecer nuestro bienestar mental.

Por otro lado, la alimentación es una herramienta clave para regular el “modo alerta”, por lo que resulta importante seguir una dieta equilibrada, rica en frutas, verduras y proteínas de calidad. Incluir ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA) en nuestra dieta puede ayudar a reducir la inflamación ocasionada por el cortisol producido en respuesta al estrés crónico y a favorecer el funcionamiento adecuado del cerebro. De igual manera, la vitamina C, gracias a su actividad antioxidante, contribuye a contrarrestar el estrés oxidativo derivado de niveles elevados de cortisol en el cuerpo.

Por último, consumir probióticos como el yogur o kéfir, puede favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal y ayudar a regular el eje intestino-cerebro, influyendo en la respuesta al estrés y los niveles de cortisol.

En conjunto, estas acciones, aunque podrían parecer pequeñas, al practicarse de forma constante, tienen un impacto significativo en la regulación de nuestra respuesta al estrés. Si bien no podemos eliminar por completo las situaciones estresantes en nuestro día a día, sí podemos mejorar nuestra capacidad para afrontarlas y evitar que nuestro cuerpo se sienta atrapado en un estado de alerta constante (Figura 4).



Figura 4. Herramientas para gestionar el estrés crónico. Elaboración mediante inteligencia artificial generativa (ChatGPT / DALL.E) a partir de información basada en evidencia científica.

Conclusión

No podemos eliminar por completo el estrés de nuestra vida, eliminarlo podría ponernos en riesgo, pero sí aprender a reconocerlo y manejarlo mejor, vivir con estrés es necesario, nos ayuda a combatir las amenazas del día a día y mantenernos seguros. Comprender cómo responde nuestro cuerpo ante los desafíos diarios nos permite tomar decisiones que favorezcan nuestro bienestar. Pequeñas acciones, como dormir mejor, movernos más, alimentarnos adecuadamente y desconectarnos de vez en cuando con actividades o hobbies que nos relajen o nos hagan sentir bien, pueden marcar una gran diferencia para ayudar a que nuestro organismo y mente puedan usar el “modo alerta” de manera adecuada.

Referencias

- Marsland, A. L., Walsh, C., Lockwood, K., & John-Henderson, N. A. (2017). The effects of acute psychological stress on circulating and stimulated inflammatory markers: A systematic review and meta-analysis. *Brain, behavior, and immunity*, 64, 208–219. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2017.01.011>
- McKay, N. J., Giorgianni, N. R., Czajka, K. E., Brzyski, M. G., Lewandowski, C. L., Hales, M. L., Sequeira, I. K., Bernardo, M. B., & Mietlicki-Baase, E. G. (2021). Plasma levels of ghrelin and GLP-1, but not leptin or amylin, respond to a psychosocial stressor in women and men. *Hormones and Behavior*, 134, 105017. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2021.105017>
- Menardo, E., Di Marco, D., Ramos, S., Brondino, M., Arenas, A., Costa, P., Vaz de Carvalho, C., & Pasini, M. (2022). Nature and mindfulness to cope with work-related stress: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5948. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105948>
- Miller, D., & O'Callaghan, J. (2002). Neuroendocrine aspects of the response to stress. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 51(6 Suppl. 1), 5–10.
- Nackley, B. B., & Friedman, B. H. (2021). Only time will tell: Acute stress response patterns with time series analysis. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 166, 160–165. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.05.006>
- Russell, G., & Lightman, S. (2019). The human stress response. *Nature reviews. Endocrinology*, 15(9), 525–534. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0228-0>
- ### Sobre los autores
- Dr. Rafael Alejandro Maldonado Bravo.** Profesor de asignatura Interino, en el área de Biología y especialización en Biología Celular y Molecular, adscrito a la Academia de Ciencias Experimentales de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, Email: rafaelalejandromaldonadobravo@cch.unam.mx
- Jesús Alfredo Rojo Cabral.** Responsable de la sección de Inmunología y Hormonas del Hospital General Dra. MPML del ISSSTE. Profesor de asignatura interino, impartidor de ponencia en el área de química clínica y divulgación científica, adscrito a la Academia de Ciencias jesusalfredo.rojocabral@cch.unam.mx
- Dra. Tonalí Blanco Ayala.** Profesora de la asignatura A, titular de la materia optativa de Neurobioquímica en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigadora en Ciencias Médicas C adscrita al Laboratorio de Neuroquímica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”, Email: tblanco@innn.edu.mx

¿LAS BACTERIAS PRODUCEN NEUROTRANSMISORES? SÍ... PERO ESO NO SIGNIFICA LO QUE CREES

Raquel Aguilar-Rosales



Resumen

La microbiota intestinal y el cerebro mantienen una comunicación constante a través del llamado eje intestino-cerebro. Aunque algunas bacterias pueden producir neurotransmisores y otros compuestos bioactivos, esto no significa que estas moléculas viajan directamente hasta el cerebro y controlan nuestro estado de ánimo. La comunicación ocurre mediante una compleja red de señales que involucra vías nerviosas, inmunes y metabólicas. El nervio vago permite transmitir información desde el intestino hacia el cerebro, mientras que las señales inmunes pueden modificar la actividad cerebral mediante moléculas como las citocinas. Además, los metabolitos producidos por la microbiota, entre ellos los ácidos grasos de cadena corta, pueden actuar a distancia y modificar procesos relacionados con la función cerebral. Comprender esta comunicación permite superar la idea de una relación directa entre bacterias y emociones, y reconocer al eje intestino-cerebro como un sistema dinámico en el que múltiples señales interactúan para influir en nuestra fisiología.

Tu microbiota puede producir serotonina... pero eso no significa que controle cómo te sientes

En el intestino, muchas bacterias, pueden generar una proporción considerable de

serotonina y compuestos como GABA y dopamina. A primera vista, esto sugiere una conexión directa con el cerebro. Pero no es tan simple...

Si esas moléculas se producen en el intestino, ¿por qué no llegan directamente al cerebro y ya? Porque no es tan directo. El intestino y el cerebro sí se comunican, pero no como si fuera una carretera de ida y vuelta. Y aquí vale la pena aclarar un par de cosas. La microbiota, por ejemplo, no está toda en un solo lugar: vive en distintas partes del cuerpo, y cada una tiene sus propias condiciones. El intestino es una de ellas. Además, el intestino y el cerebro sí están conectados —el famoso eje intestino-cerebro—, pero no es como que algo viaje directamente de uno a otro; más bien, se mandan señales.

Por lo tanto, la cuestión ha cambiado: ya no se trata de si las bacterias producen neurotransmisores, sino de cómo estas señales logran influir en el cerebro sin llegar directamente a él.

No es transporte... es señalización

La clave radica en que estas moléculas no necesitan viajar hasta el cerebro para ejercer su efecto. En cambio, el intestino actúa como un intermediario: detecta las condiciones internas y las traduce en señales comprensibles para el cuerpo. La pared intestinal no se limita a ser una barrera; también responde a los estímulos y establece comunicación con el sistema nervioso. Por

consiguiente, no se trata de un transporte directo, sino de una comunicación constante: algunas señales se transmiten a través de los nervios, otras mediante el sistema inmunológico y otras más viajan en la sangre (Cryan et al., 2019).

Finalmente, todo esto constituye una red que permite que los eventos ocurridos en el intestino influyen en el cerebro, sin necesidad de que nada llegue directamente a él.

A esto se le llama eje intestino-cerebro: una comunicación de ida y vuelta en la que el intestino “le avisa” al cerebro cómo está y el cerebro responde.

El cable de comunicación entre intestino y cerebro

Una de las rutas más esenciales es el nervio vago, que conecta el intestino con el cerebro. No funciona como una autopista por la que circulan bacterias o neurotransmisores; es, más bien, un conjunto de fibras nerviosas que transmiten información eléctrica en tiempo real (Cryan et al., 2019).

Cuando las bacterias producen determinados compuestos, estos no actúan directamente sobre el cerebro. En lugar de ello, detectan células especializadas en la pared intestinal. Estas actúan como sensores, convirtiendo dichas señales químicas en actividad neuronal (Cryan et al., 2019).

Finalmente, el cerebro recibe una especie de ‘resumen’ de los eventos que ocurren en el intestino. Esto puede afectar aspectos

como la respuesta al estrés, la regulación emocional e incluso ciertos comportamientos. Esta vía constituye una de las principales áreas de estudio para comprender la comunicación entre el intestino y el sistema nervioso.

Otra vía importante de comunicación entre la microbiota y el cerebro es el sistema inmunológico. La microbiota no solo vive en el intestino, sino que también ayuda a regular la activación del sistema inmunológico, manteniendo un equilibrio entre la defensa del cuerpo y la inflamación.

Cuando este equilibrio se ve alterado, el sistema inmunitario libera moléculas llamadas citoquinas, que actúan como mensajeros en el organismo. Estas señales pueden influir en el cerebro de diversas maneras: algunas afectan o atraviesan la barrera hematoencefálica, mientras que otras ejercen su acción sobre células del sistema nervioso, como la microglía. (O’Riordan et al., 2025)

La microglía desempeña un papel particularmente relevante, ya que contribuye a mantener y ‘limpiar’ el entorno cerebral, además de responder a señales inflamatorias provenientes del organismo. Por consiguiente, las alteraciones en la microbiota pueden afectar indirectamente la actividad cerebral a través de este eje inmunológico, influyendo en aspectos como el estado de ánimo, el estrés y la sensibilidad a los estímulos. Este mecanismo es más lento que el sistema nervioso, pero sus efectos pueden ser duraderos, dado que conlleva modificaciones en el estado inflamatorio del cuerpo (O’Riordan et al., 2025).

Además de las vías nerviosa e inmune, existe otro mecanismo importante de comunicación entre la microbiota y el cerebro: los metabolitos microbianos. Son moléculas producidas por las propias bacterias o formadas cuando transforman componentes de la dieta.

A diferencia de otras señales, algunos de estos metabolitos sí pueden pasar a la sangre y actuar a distancia en el cuerpo. Entre los más estudiados se encuentran los ácidos grasos de cadena corta, como el butirato, el propionato y el acetato. Se producen cuando la microbiota fermenta la fibra que consumimos (Cryan et al., 2019).

Estas moléculas no se quedan sólo en el intestino: también pueden influir en el sistema nervioso, afectando aspectos como la inflamación, la actividad de algunas células del cerebro e incluso la barrera que lo protege.

Otro ejemplo es el triptófano, un aminoácido que el cuerpo utiliza para producir serotonina. La microbiota puede modificar cómo se procesa, desviándose hacia distintas rutas. Esto altera la cantidad de serotonina y de otros compuestos relacionados con el cerebro y el sistema inmune (Cryan et al., 2019).

Una red de comunicación, no una sola vía

Estas tres vías —la nerviosa, la inmune y la metabólica— muestran que la microbiota y el cerebro no se comunican por un solo camino, sino a través de una red de señales que actúan en conjunto (Figura 1).

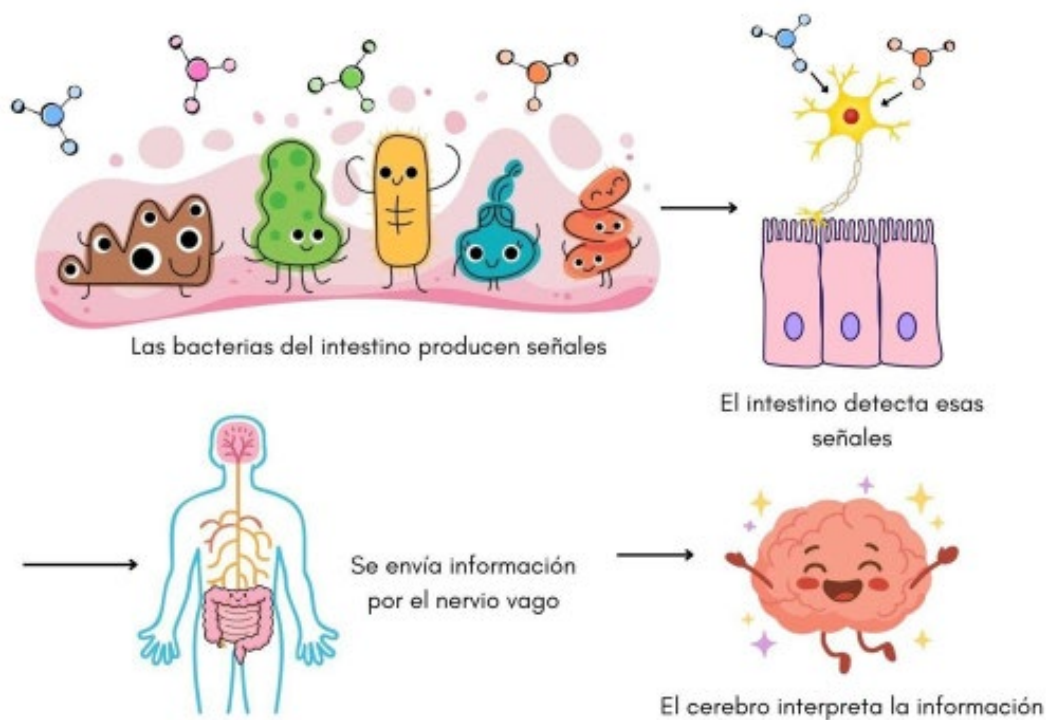


Figura 1.
Cómo hablan el intestino y el cerebro. La imagen fue elaborada por Raquel Aguilar mediante el programa Canva.

Las bacterias del intestino no envían instrucciones directas al cerebro. Más bien, lo que hacen es modificar el entorno del cuerpo y generar señales que luego distintos sistemas interpretan y transforman.

Esto modifica significativamente la concepción de una comunicación simple o lineal. No se trata de una conexión directa, sino más bien de un sistema en red en el que el intestino transmite señales y el cerebro culmina en la integración de dicha información.

Por consiguiente, al analizar la microbiota en relación con el estrés, el estado de ánimo o la conducta, no resulta pertinente buscar una única molécula responsable. Lo fundamental es comprender cómo diversas señales se suman e interactúan para influir en el cerebro (Dinan & Cryan, 2017).

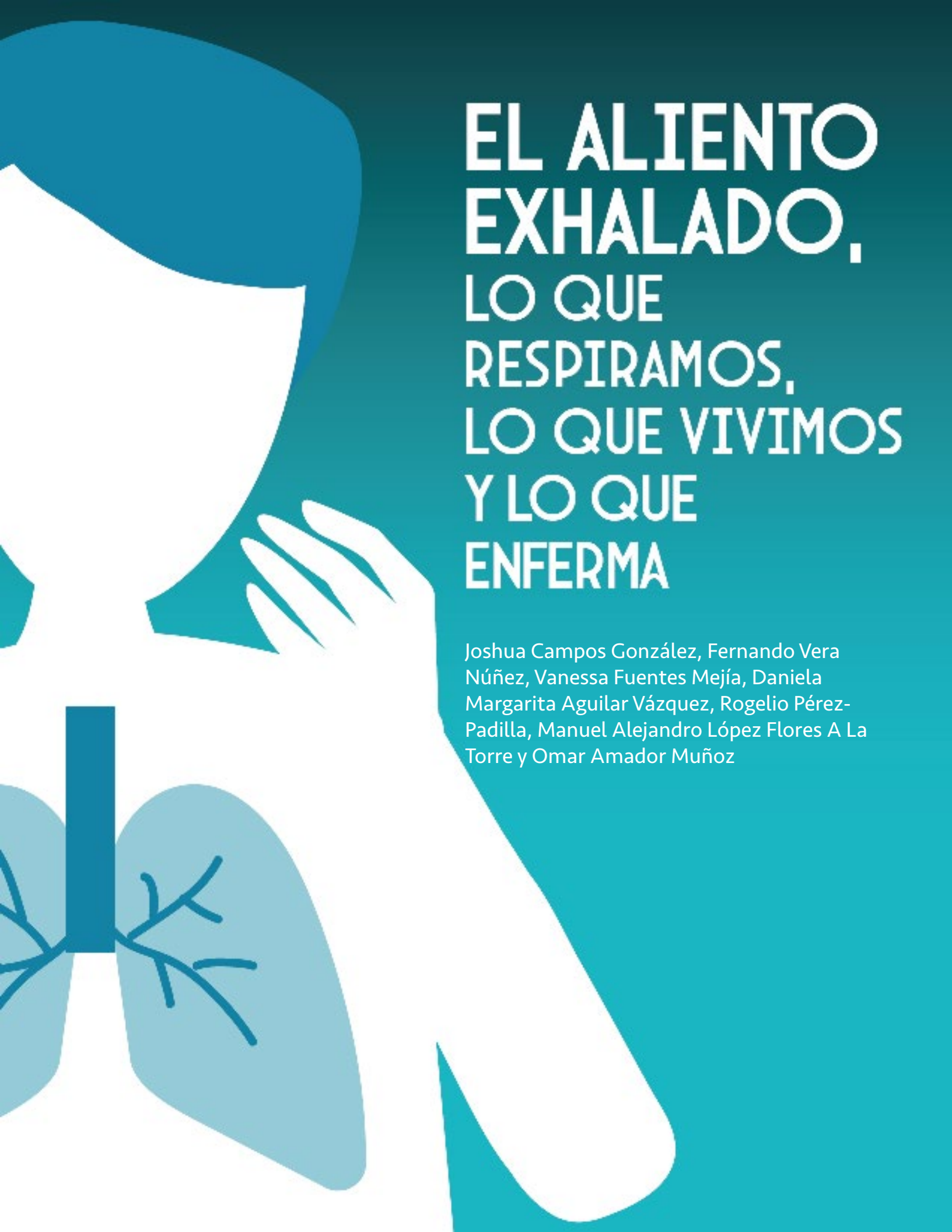
Referencias

- Cryan, J. F., O’Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., Codagnone, M. G., Cusotto, S., Fulling, C., Golubeva, A. V., Guzzetta, K. E., Jaggar, M., Long-Smith, C. M., Lyte, J. M., Martin, J. A., Molinero-Perez, A., Moloney, G., Morelli, E., Morillas, E., Dinan, T. G. (2019). The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877–2013. <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2018>
- Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2017). Brain-gut-microbiota axis and mental health. *Biopsychosocial Science and Medicine*, 45(10), 920–926. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000519>
- O’Riordan, K. J., Moloney, G. M., Keane, L., Clarke, G., & Cryan, J. F. (2025). The gut microbiota-immune-brain axis: Therapeutic implications. *Cell Reports Medicine*, 6(3), 101982. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2025.101982>

Sobre los autores

Raquel Aguilar-Rosales es licenciada en Química Farmacéutica Biológica, con una especialización en Bioquímica Clínica. Tuvo la oportunidad de realizar una estancia de investigación en la Unidad de Investigación del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (UNAM), donde se interesó por el estudio de la microbiota. Actualmente, trabaja como investigadora en formación y ha sido autora de un artículo publicado en *Archives of Microbiology* (Springer). Además, es fundadora y creadora de contenido de la página de divulgación científica Ocelote Científico, desde donde comparte su pasión por acercar la ciencia a un público más amplio a través de las redes sociales. Le encanta la microbiología y la comunicación científica de manera accesible. Mail: rar2200007@gmail.com



A stylized illustration on the left side of the cover. It features a white silhouette of a person's head and neck against a teal background. The person's hand is visible, resting near their throat. Below the neck, a pair of light blue lungs is depicted with dark blue branching lines representing the bronchial system. The overall design is minimalist and modern.

EL ALIENTO EXHALADO, LO QUE RESPIRAMOS, LO QUE VIVIMOS Y LO QUE ENFERMA

Joshua Campos González, Fernando Vera
Núñez, Vanessa Fuentes Mejía, Daniela
Margarita Aguilar Vázquez, Rogelio Pérez-
Padilla, Manuel Alejandro López Flores A La
Torre y Omar Amador Muñoz

Resumen

Respirar parece un acto sencillo, pero el aire que entra y sale de nuestros pulmones también lleva información sobre nuestras actividades y hábitos. En este artículo exploramos cómo la contaminación, el tabaquismo, las exposiciones laborales y otras condiciones de vida pueden influir en la salud humana y en la aparición de enfermedades pulmonares que, muchas veces, comparten síntomas y procesos biológicos. Frente a este panorama, presentamos al aliento exhalado como una muestra no invasiva que permite estudiar compuestos orgánicos volátiles, pequeñas moléculas cuya presencia y proporción pueden cambiar con el ambiente y con el estado de salud, detectados con técnicas de vanguardia. Aunque existen retos, como la variabilidad biológica entre los individuos y la falta de protocolos estandarizados, su potencial es enorme para el diagnóstico temprano de enfermedades crónicas degenerativas y no transmisibles.

1. El impacto ambiental y social sobre la salud pulmonar

Respirar es una acción natural que realizamos continuamente, casi sin darnos cuenta. El aire entra y sale constantemente mientras caminamos, trabajamos o descansamos.

Solo en momentos especiales nos tomamos un instante para pensar en ello, aunque, en realidad, es el primer acto que realizamos al nacer y el último que dejamos al partir.

Con el paso del tiempo, estos cambios pueden volverse más notables y preocuparnos un poco más. Es normal que subir escaleras nos canse un poco más, o que la tos sea más frecuente, y que la sensación de falta de aire aparezca en ocasiones. Muchas veces, estos síntomas crecen lentamente, y nos acostumbramos a ellos, pensando que son cosas normales. Sin embargo, es importante recordar que estos cambios en nuestra respiración no ocurren de repente ni de manera aislada, sino que van indicando que debemos prestarles atención y cuidar mejor nuestra salud.

En México, cada inhalación nos conecta con una mezcla única de factores que acompañan nuestro día a día. En las ciudades, respiramos partículas de la combustión vehicular, ozono y contaminantes industriales; mientras que, en muchas zonas rurales, el humo de leña y biomasa forma parte de la rutina en los hogares. Además, enfrentamos el tabaquismo, las exposiciones laborales y las desigualdades en el acceso a los servicios de salud. Es decir, el aire que llega a nuestros pulmones no es solo aire: refleja decisiones sociales, económicas y laborales, así como las desigualdades en el acceso a la salud (Figura 1).



Figura 1. *Exposición a diferentes tipos de contaminantes procedentes de diversas fuentes.* Ilustración conceptual original elaborada por los autores con Adobe Illustrator y Photoshop.

Estas condiciones dificultan procesos tan fundamentales como respirar, y afectan a los pulmones y a las vías respiratorias, un conjunto de padecimientos que conforman las enfermedades respiratorias (ER). Lejos de aparecer de forma aislada o repentina, las ER se desarrollan lentamente a partir de exposiciones repetidas y hábitos de vida. En México, estas enfermedades tienen un alto impacto; en 2021 representaron el 30.5 % del total de defunciones en el país (Pérez-Padilla et al., 2023).

2. Cuando las enfermedades se parecen más de lo que creemos

En los libros de medicina, cada enfermedad tiene un nombre, una definición y un conjunto de características específicas. En la vida real, las personas no siempre encajan tan precisamente en esas categorías. Muchas enfermedades respiratorias comparten causas, efectos y trayectorias similares, lo que dificulta distinguirlas.

Tomemos como ejemplo la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el cáncer de pulmón (CP). Aunque solemos verlas como enfermedades distintas, en la práctica actúan casi como “parientes cercanos”. No solo comparten factores de riesgo, como el tabaquismo o la contaminación, sino que, a nivel microscópico, se originan por procesos comunes, como la inflamación crónica y el deterioro de los mecanismos de defensa pulmonares.

Este traslape entre enfermedades respiratorias tiene una consecuencia directa: los métodos clínicos tradicionales, diseñados para identificar padecimientos bien delimitados, no siempre logran detectar estos procesos entrelazados en sus etapas iniciales. Como resultado, el diagnóstico suele llegar cuando el daño pulmonar ya está avanzado, y las opciones de intervención son limitadas.

El cáncer de pulmón es quizá el ejemplo más claro de este problema. En México, de acuerdo con Arrieta et al. (2019), la detección en etapas tempranas de esta enfermedad es poco frecuente, entre el 98 y el 99 % de los pacientes son diagnosticados cuando la enfermedad se encuentra en fases avanzadas. En parte, esto ocurre porque los síntomas iniciales pueden confundirse con afecciones respiratorias comunes, o normalizarse como consecuencia del envejecimiento, el tabaquismo o la exposición ambiental prolongada.

3. Mirar antes de intervenir

Sumado a lo anterior, detectar una enfermedad suele ser un proceso agresivo, pues

implica intervenir directamente en el cuerpo; desde agujas para extraer sangre, estudios de imagen y hasta procedimientos más delicados como la biopsia en el caso del cáncer de pulmón. Aunque estas herramientas son pilares del diagnóstico médico, están diseñadas principalmente para confirmar un daño ya establecido, no para detectar procesos tempranos ni cambios sutiles que evolucionan de manera progresiva.

De igual manera, no son pruebas destinadas a aplicarse repetidamente. Su costo, complejidad y nivel de molestia hacen inviable realizar tomografías o biopsias de forma continua para evaluar la evolución del daño pulmonar. Esto representa una limitación importante, especialmente en personas expuestas de forma constante a contaminantes ambientales o al humo de leña.

Ante este escenario, surge la necesidad de implementar métodos no invasivos y repetibles para detectar cambios biológicos tempranos. Más que sustituir las herramientas clínicas actuales, estas estrategias buscan complementarlas para intervenir antes de que el daño pulmonar sea irreversible.

4. Buscar señales antes de que el daño sea visible

En este contexto, diversas matrices biológicas han mostrado potencial para cumplir este objetivo, entre ellas el esputo, la saliva, la orina y el aliento. Por ejemplo, el esputo se considera el “estándar” no invasivo para estudiar la inflamación de las vías respiratorias,

ya que permite analizar células y mediadores directamente provenientes de los pulmones. La saliva y la orina ofrecen una ventana a las respuestas del cuerpo ante distintos estímulos, así como a la exposición ambiental a lo largo del tiempo.

Sin embargo, en la práctica, estos métodos enfrentan obstáculos importantes, como se muestra en la **tabla 1**. El análisis de esputo, aunque preciso, es técnicamente difícil; inducirlo es un proceso complejo y desagradable que a menudo falla porque los pacientes no logran producir una muestra adecuada. La saliva, aunque es mucho más fácil de obtener, tiene el problema opuesto: al recoger señales de todo el organismo, la información específica del pulmón suele quedar “enmascarada” por el ruido de otros procesos biológicos, lo que complica detectar una enfermedad que apenas comienza a manifestarse.

Finalmente, la sangre, que sigue siendo un método invasivo al requerir punciones, ha demostrado una variabilidad tan alta entre una persona y otra que a menudo dificulta la interpretación clara de los resultados.

5. Las ventajas del aliento frente a otras muestras biológicas del cuerpo

Ante este panorama, el análisis del aliento ha despertado gran interés por su sencillez y la información valiosa que puede aportar. A diferencia de otros métodos, la obtención de una muestra de aliento no im-

plica procedimientos invasivos, exposición a radiación ni esfuerzos respiratorios forzados, lo que la hace especialmente adecuada para personas con problemas pulmonares o síntomas crónicos. Gracias a estas ventajas, el aliento se perfila como una ventana prometedora para estudiar la salud respiratoria de manera rápida, cómoda y segura.

El aliento no es solo aire; es una mezcla compleja de gases que incluye compuestos orgánicos volátiles (COVs) generados por el metabolismo celular, la inflamación, el estrés oxidativo y las interacciones con el ambiente. Dichos compuestos pueden atravesar la barrera alveolocapilar y liberarse durante la exhalación, lo cual refleja procesos biológicos que ocurren en el organismo. Esto resulta particularmente relevante en patologías como la EPOC y el cáncer de pulmón, en las que los procesos inflamatorios y oxidativos, ambos causantes de ER, pueden desarrollarse silenciosamente durante años antes de manifestarse clínicamente. Analizar el aliento permite detectar estas alteraciones bioquímicas sin necesidad de intervenir de forma invasiva en el tejido pulmonar.

6. Cómo se interpreta el lenguaje químico del aliento

Los compuestos volátiles exhalados actúan como huellas metabólicas que varían según la actividad celular y las respuestas del organismo. Se ha demostrado que los perfiles de COVs pueden distinguir entre personas con afecciones respiratorias y controles sanos, aunque no se trata de identificar un

único compuesto, sino de comparar moléculas que varían en conjunto. Esta comprensión exige modelos analíticos que reconozcan patrones y no dependan de marcadores únicos, ya que la variabilidad individual y las influencias ambientales también regulan la emisión y la producción de los COVs.

Tabla I. *Ventajas y limitaciones de las principales muestras biológicas en medicina.*

Tipo de Muestra	Ventajas (Puntos Fuertes)	Desafíos (Limitaciones Técnicas)
Espujo (moco inducido)	• Proviene directamente del pulmón. • Existen protocolos internacionales para que la recolección sea siempre igual.	• La muestra contiene mucha sal, saliva y restos de bacterias que pueden alterar los resultados. • Es difícil de normalizar (saber qué tan diluida está la muestra).
Sangre	• Existen protocolos muy bien conocidos. • Causa dolor	• Muestra lo que ocurre en todo el cuerpo, lo que puede "enmascarar" lo que ocurre específicamente en los pulmones. • Método invasivo se necesita introducir una aguja para obtener la muestra • Las proteínas más comunes ocultan a las más pequeñas y escasas.
Aliento	• Es totalmente no invasivo • No causa dolor. • Permite hacer seguimientos durante periodos prolongados de tiempo • Se obtienen resultados casi inmediatos o en tiempo real.	• Genera variabilidad y dificulta la interpretación de los resultados. • Los resultados pueden variar según el equipo utilizado.
Orina	• La recolección de la muestra resulta incómoda. • Permite realizar seguimientos durante periodos prolongados. • Muy útil para detectar lípidos (grasas) asociados a la inflamación.	• Distancia biológica: Al igual que la sangre, está lejos del pulmón y puede verse afectada por problemas del hígado o de los riñones.

El interés académico por el uso del aliento como herramienta diagnóstica ha crecido exponencialmente en las últimas dos décadas. Una revisión de la Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (PubMed) revela un salto masivo en el estudio de esta matriz biológica, mientras que en el año 2001 se reportaron menos de 400 investigaciones sobre el tema, el 2024 cerró con más de 1600 nuevos estudios. Este aumento del ~300% en la literatura médica refleja la urgencia de desarrollar métodos de detección rápidos, indolores y accesibles para los pacientes.

Como mencionamos anteriormente, a diferencia de otras matrices biológicas, el aliento exhalado permite acceder de forma directa y dinámica a procesos bioquímicos que ocurren en el pulmón y en el organismo en su conjunto.

Sin embargo, para estudiar este lenguaje químico invisible, la investigación biomédica se apoya en diversas herramientas analíticas capaces de detectar y comparar patrones moleculares a concentraciones muy bajas. Más allá del instrumento y de la técnica empleados, el interés central reside en interpretar cómo estas señales químicas se organizan y cambian en función del estado de salud o de enfermedad.

7. Del análisis químico a la aplicación clínica

La aplicación clínica del análisis del aliento requiere pasar de observar patrones moleculares a demostrar su asociación con

estados de enfermedad. En ese proceso, la investigación ha explorado cómo los COVs pueden servir como biomarcadores no invasivos, es decir, que podrían aportar información médica sin procedimientos invasivos, como biopsias o análisis de sangre.

Un ejemplo establecido es la medición del óxido nítrico exhalado fraccionado como marcador de inflamación en las vías respiratorias, ya integrada en algunas guías clínicas para evaluar y monitorear el asma (Consenso mexicano FeNO, 2020). Este caso ilustra cómo una señal del aliento puede contar con validación clínica y uso en la práctica cuando hay evidencia sólida que respalda su relación con procesos fisiológicos relevantes.

Aunque múltiples estudios han asociado perfiles de COVs con distintas enfermedades, la traducción a la clínica exige una validación robusta en cohortes amplias y diversas, así como protocolos estandarizados de muestreo y análisis, para lograr resultados consistentes y comparables entre centros. Aun así, la naturaleza no invasiva del análisis del aliento permite pensar en usos potenciales más allá del diagnóstico, como el seguimiento longitudinal de la enfermedad o la monitorización de exposiciones ambientales, siempre bajo marcos de evidencia rigurosa.

Al considerar integrar el aliento en la práctica clínica, es útil recordar que muchas de las herramientas actuales que damos por sentadas también fueron, en su momento, innovaciones que tardaron décadas en consolidarse. Por ejemplo, la identificación de los grupos sanguíneos en 1901 por Karl

Landsteiner fue un avance que, con el tiempo, condujo a que las pruebas de sangre se convirtieran en parte rutinaria de la atención médica y permitieran transfusiones más seguras y diagnósticos más precisos en todo el mundo.

De manera similar, el uso sistemático de la sangre y la orina como matrices diagnósticas se desarrolló gradualmente a lo largo del siglo XX a medida que los laboratorios clínicos se profesionalizaron y nuevos métodos permitieron análisis más rápidos y fiables.

En este sentido, el aliento exhalado podría seguir un camino diferente, no como reemplazo de las pruebas tradicionales, sino como una opción adicional que puede proporcionar información clínica sin procedimientos invasivos y con menor carga física, mental y social para los pacientes. Si la historia de los análisis clínicos nos ha enseñado algo, es que adoptar una nueva forma de diagnóstico es un proceso que lleva tiempo, requiere evidencia sólida y ajustes tanto tecnológicos como clínicos (Ver Figura 2).



Figura 2. *En medicina, muchas herramientas que hoy parecen cotidianas recorrieron largos caminos antes de integrarse a la práctica clínica. Ilustración conceptual original elaborada por los autores con Adobe Illustrator y Photoshop.*

Al estudiar el aliento, no solo buscamos datos científicos, sino también entender cómo el lugar donde vivimos y el aire que respiramos a diario marcan nuestro estado de salud. En un mundo en el que no todos respiramos el mismo aire, este análisis se convierte en una herramienta clave para proteger la vida en las comunidades más vulnerables.

En nuestros estudios en curso, hemos observado que ciertos compuestos presentes en el aliento se detectan con mayor frecuencia en personas con cáncer de pulmón. Entre ellos se encuentran moléculas pequeñas como el formaldehído, la 2-butanona y algunos ácidos orgánicos de cadena corta, previamente reportados en la literatura científica como parte de los perfiles de compuestos orgánicos volátiles asociados a esta enfermedad (Buszewski et al., 2007; Hakim et al., 2012; Li et al., 2015; Wang et al., 2022). Estos hallazgos no constituyen un diagnóstico por sí mismos, pero refuerzan la idea de que el aliento contiene información química relevante sobre procesos biológicos que vale la pena seguir explorando.

Referencias

- Arrieta, O., Zatarain-Barrón, Z. L., Aldaco, F., Barrón, F., Báez-Saldaña, R., Campos-Gómez, S., Trejo, R., & de la Garza, J. (2019). Lung Cancer in Mexico. *Journal of Thoracic Oncology*, 14(10), 1695–1700. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2019.05.018>
- Buszewski, B., Kesy, M., Ligor, T., & Amann, A. (2007). Human exhaled air analytics: biomarkers of diseases. *Biomedical chromatography: BMC*, 21(6), 553–566. <https://doi.org/10.1002/bmc.835>
- Consenso mexicano en relación con la fracción exhalada de óxido nítrico (FeNO) en asma 2020. (2020). *Revista Alergia México*, 67, s1-s25. <https://doi.org/10.29262/ram.v67i0.760>
- Definición de enfermedad respiratoria - Diccionario de cáncer del NCI - NCI. (n.d.). Retrieved January 14, 2026, from <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/enfermedad-respiratoria>
- Hakim, M., Broza, Y. Y., Barash, O., Peled, N., Phillips, M., Amann, A., & Haick, H. (2012). Volatile organic compounds of lung cancer and possible biochemical pathways. *Chemical reviews*, 112(11), 5949–5966. <https://doi.org/10.1021/cr300174a>
- Liu, Y., Pei, Z., Pan, T., Wang, H., Chen, W., & Lu, W. (2023). Indole metabolites and colorectal cancer: Gut microbial tryptophan metabolism, host gut microbiome biomarkers, and potential intervention mechanisms. *Microbiological Research*, 272, 127392. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127392>
- Pérez-Padilla, J. R., Thiri6n-Romero, I., Robles-Hernández, R., Cagney, J., Razo, C., Ríos-Blancas, M. J., Pérez-Padilla, J. R., Thiri6n-Romero, I., Robles-Hernández, R., Cagney, J., Razo, C., & Ríos-Blancas, M. J. (2023). Enfermedades respiratorias en México. Análisis del estudio Global Burden of Disease 2021. *Gaceta Médica de México*, 159(6), 599–613. <https://doi.org/10.24875/GMM.23000429>
- Wang, P., Huang, Q., Meng, S., Mu, T., Liu, Z., He, M., Li, Q., Zhao, S., Wang, S., & Qiu, M. (2022). Identification of lung cancer breath biomarkers based on perioperative breathomics testing: A prospective observational study. *EClinicalMedicine*, 47, 101384. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101384>

Sobre los autores

M. en C. Joshua Campos González: Maestro en Ciencias Químicas (UNAM). Enfocado en el estudio en el análisis de compuestos orgánicos volátiles en el aliento mediante espectrometría de masas (PTR-ToF-MS).

Biol. Fernando Vera Nuñez: Tesista de licenciatura en biología en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC) de la UNAM.

Q. Vanessa Fuentes Mejía: Estudiante de lic. en Química de la UNAM. Realiza investigación enfocada en el análisis de compuestos orgánicos volátiles en el aliento de pacientes con diagnóstico de cáncer de pulmón, utilizando PTR-ToF-MS mediante el modo de ionización con H_3O^+ .

Q. Daniela Margarita Aguilar Vázquez: Estudiante de lic. en Química de la UNAM. Realiza investigación acerca de compuestos orgánicos volátiles presentes en el aliento de pacientes con cáncer de pulmón empleando PTR-ToF-MS mediante el modo de ionización con O_2^+ .

Dr. Rogelio Pérez-Padilla: Neumólogo e Investigador Titular en el INER, Jefe del Departamento de Investigación en Tabaquismo y EPOC. Ex-Director General del INER.

Manuel Alejandro López Flores A La Torre: Médico especialista en Neumología y Oncología Torácica. Adscrito al Departamento de Oncología del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).

Dr. Omar Amador Muñoz: Investigador Titular "B" en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC) de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI II). Experto en especiación química de aerosoles y desarrollo de tecnologías de diagnóstico no invasivo.



LA NEUROBIOLOGÍA DE LA RESILIENCIA, CÓMO EL CEREBRO ENCUENTRA LA FUERZA PARA SEGUIR ADELANTE EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES

María Evelina Torres García y Antonio Fuentes Ibáñez



Resumen

La resiliencia es la capacidad de afrontar el estrés de manera efectiva y seguir adelante. Las personas no reaccionamos igual ante eventos estresantes o traumáticos, ya que nuestra respuesta depende de nuestra historia de vida, del entorno y de la plasticidad de nuestro cerebro. Estudios en modelos animales demuestran que experiencias moderadas pueden fortalecer nuestra forma de manejar el estrés, mientras que el estrés prolongado puede llevar a conductas ansiosas o depresivas. En las personas, la resiliencia está vinculada a redes cerebrales que regulan nuestras emociones, en particular la corteza prefrontal, la amígdala y el hipocampo. La resiliencia no significa la ausencia de dolor ni de miedo, sino una adaptación eficiente. Factores sociales, familiares, de salud y hábitos diarios pueden fortalecer nuestra capacidad de resistencia y de crecimiento frente a las dificultades. Nuestro cerebro tiene la maravillosa capacidad de aprender a resistir mejor las tormentas que la vida nos presenta.

Introducción

Siempre estamos enfrentando algún nivel de estrés; casi parece inevitable en nuestra rutina cotidiana o en la vida misma. El estrés no solo se relaciona con eventos que desafían nuestro equilibrio interno, sino también con los retos emocionales y mentales. Es importante entender que cada persona responde al estrés de manera diferente; la evidencia en seres humanos y en modelos animales

muestra que la respuesta puede ser positiva o negativa, dependiendo de la situación y de la capacidad de afrontamiento. Algunos logran manejar mejor los desafíos, mientras que otros podrían sentirse sobrepasados por retos que parecen moderados, como señalan Akil et al. (2026). Esto lo podemos entender fácilmente si pensamos en que no todos quienes experimentan un evento traumático desarrollan necesariamente un trastorno de estrés postraumático; en realidad, sólo alrededor del 4% de las personas que pasan por estas experiencias lo padecen. Normalmente, esto sucede en quienes tienen alguna vulnerabilidad o menor resiliencia, como comentan Snippe-Strauss et al. (2024). Algo similar ocurre con trastornos como la depresión y la ansiedad. Aunque las definiciones varían, en esencia, la resiliencia es la capacidad que tenemos para afrontar el estrés de la mejor manera posible, y fortalecerla puede marcar una gran diferencia en nuestra calidad de vida.

Cuando un sujeto enfrenta una situación estresante, se activan una serie de mecanismos que facilitan al individuo responder de manera adaptativa para afrontar el desafío; estos pueden incluir conductas como la lucha o la huida y, a nivel endocrino (sistema que regula la liberación y el equilibrio hormonal), la liberación de hormonas del estrés, tales como la adrenalina y los glucocorticoides. Como se ha mencionado, no todos los individuos responden al estrés de la misma manera y, en gran medida, esta respuesta dependerá de su historia de vida. Esto ha sido evidenciado mediante evidencia clínica y estudios en modelos animales (Akil et al.,

2026). Enfocándonos en los modelos animales, principalmente en roedores, estos ofrecen la gran ventaja de poder estudiar “la enfermedad”, aislar variables y controlar diferentes condiciones, además de aplicar estrategias experimentales que no serían factibles en humanos. Asimismo, permite analizar tejidos y variables moleculares. Muchas patologías psiquiátricas, como la depresión y la esquizofrenia; las demencias, como el Alzheimer y el Parkinson, han sido modeladas en roedores, por lo que estos modelos constituyen una herramienta sumamente valiosa para investigar aspectos fundamentales en diversas condiciones. El estudio de la resiliencia no constituye la excepción, ya que se han realizado descubrimientos relevantes sobre la neurobiología de este fenómeno, lo que ha permitido profundizar en la comprensión del propio concepto de resiliencia.

Por otro lado, la evidencia clínica nos ayuda a confirmar que los hallazgos en modelos animales también se aplican a las personas y, además, orienta la investigación básica. En los seres humanos, el estudio de la resiliencia se ha enriquecido mucho gracias a herramientas como la resonancia magnética, que nos permite escanear y observar cómo ciertas regiones del cerebro se activan o desactivan en respuestas adaptativas al estrés, especialmente en quienes son muy resilientes. Esto nos ayuda a identificar factores biológicos y sociales que influyen en la resiliencia. Además, confirma que la resiliencia tiene una base neurobiológica, que es dinámica y está influenciada por nuestra historia de vida, el entorno, las relaciones sociales y la plasticidad cerebral. En las próximas secciones, explicaremos el papel de estas regiones cerebrales y los hallazgos más importantes que muestran cómo el cerebro construye, mantiene y fortalece la resiliencia frente a los desafíos.



Figura 1. *Entrenando la resiliencia.* Al igual que los músculos, el cerebro puede fortalecer su resistencia al estrés mediante experiencias, hábitos y entornos protectores.

¿Qué nos pueden decir las ratas sobre la resiliencia?

Una forma interesante de explorar cómo las experiencias tempranas influyen en nuestra respuesta al estrés es mediante el modelo de separación materna en ratas. Este modelo, como su nombre indica, consiste en separar a las crías de ratas neonatas (de apenas unos días de nacidas) de su madre. La duración de dicha separación puede variar; por ejemplo, separar a las crías durante 30 minutos provoca que, al reanudar el contacto con su madre, los cuidados maternos aumentan. Se espera que, en la edad adulta, estos animales exhiben una mayor resiliencia, lo cual se refleja en una menor aparición de conductas depresivas o ansiosas en determinadas tareas y en una mejor regulación de su respuesta al estrés. Por ejemplo, una menor liberación de hormonas del estrés, como los glucocorticoides, o una recuperación más rápida de los niveles basales en comparación con sujetos control; esto se denomina inoculación del estrés, donde una exposición moderada al estrés afina el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (conjunto de regiones clave para regular la actividad de las hormonas del estrés), permitiendo que la respuesta sea más eficiente; lo cual constituye un signo de resiliencia. Sin embargo, si la separación es prolongada, como durante varias horas, puede tener efectos contrarios. Se observa un aumento en conductas similares a la depresión y una respuesta desregulada y aumentada en la liberación de glucocorticoides. Además, se ha observado que existen diferencias entre

machos y hembras respecto a la manera en que enfrentan el estrés, siendo las hembras más propensas a mostrar menor resiliencia en estos protocolos de separación materna. Se ha sugerido que esto podría deberse, en parte, a cuestiones hormonales (Franklin et al., 2012).

Sin embargo, aunque el estadio temprano del desarrollo es muy importante para modelar las respuestas al estrés, estas no son fijas y pueden cambiar a lo largo de la vida. Es decir, aún pueden ser moduladas, lo cual, para fines terapéuticos, constituye una perspectiva positiva en el ámbito clínico. La respuesta al estrés es un proceso dinámico, de modo que un sujeto resiliente puede presentar conductas similares a las de la depresión y una respuesta desregulada y aumentada; sin embargo, es cierto que un sujeto vulnerable puede mejorar su capacidad para afrontar el estrés. La resiliencia no implica que el estrés deje de tener efecto en el individuo, sino que es un proceso activo que incluye estrategias conductuales, la gestión de las emociones, un ajuste fino del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal e incluso la resolución de problemas. En resumen, enfrentar el estrés de forma activa es mejor que evitar el problema o ignorarlo (Akil et al., 2026).

También es importante resaltar que el estrés no es, en sí, malo, si se considera los glucocorticoides como indicador del estrés. Se ha observado una diferencia entre un evento agudo y el estrés crónico. Se ha reportado que el estrés y sus mediadores, como los glucocorticoides, pueden tener efectos beneficiosos al afrontar retos físicos o cognitivos. Por ejemplo, activa el sistema

inmunitario, centra la atención y facilita la consolidación de la memoria. Por otro lado, el estrés crónico inhibe el sistema inmunitario y deteriora regiones clave como el hipocampo y la corteza prefrontal (Spencer-Segal & Akil, 2019).

En el caso de los roedores, algunos factores que pueden fortalecer su resiliencia son el ejercicio, vivir en ambientes enriquecidos, la interacción social y el cuidado maternal. Estas condiciones parecen influir en áreas del cerebro como la amígdala, relacionada con el manejo del miedo; el hipocampo, clave en la memoria y el espacio; y la corteza prefrontal, que ayuda a regular las emociones y a resolver problemas. Por otro lado, situaciones que fomentan comportamientos depresivos o ansiosos, asociados con menor resiliencia, pueden afectar su sistema inmunológico, provocando inflamación, cambios en la barrera hematoencefálica (que controla qué sustancias entran al cerebro) y una desregulación en la señalización dopaminérgica (un neurotransmisor que tiene que ver con el sistema de recompensa y motivación) en el núcleo accumbens (Akil et al., 2026; Snippe-Strauss et al., 2024). Por eso, los estudios en modelos animales nos ayudan a comprender mejor cómo funciona la resiliencia desde una perspectiva neurobiológica.

¿Cómo se ve la resiliencia en nuestro cerebro?

En el caso de los humanos, las investigaciones en salud mental se centran en comprender nuestra vulnerabilidad, como por

qué podemos experimentar depresión, ansiedad o estrés postraumático tras momentos difíciles. Más recientemente, los estudios buscan responder a la pregunta de por qué algunas personas, ante experiencias similares, logran mantenerse emocionalmente fuertes y equilibradas. La respuesta parece residir en redes neurobiológicas complejas que nos ayudan a gestionar el impacto del estrés.

La resiliencia no implica que la persona no experimente miedo, tristeza o dolor, ni que la individualidad resiliente sea inmune a experiencias adversas. Más bien, se define como una capacidad de respuesta adecuada, sin excesos, ante el estrés, acompañada de una recuperación neurobiológica eficiente (Murrough & Russo, 2019). Por consiguiente, algunos expertos adoptan una visión ampliada de este concepto en los seres humanos, considerando la resiliencia como un rasgo de personalidad, similar al optimismo. Otros opinan que es el resultado de una adaptación funcional a experiencias adversas. Y hay una perspectiva, actualmente más aceptada, que la concibe como un proceso en constante evolución, que varía a lo largo de la vida en función de las circunstancias y depende de la interacción entre la biología, el entorno y las experiencias individuales (Eaton et al., 2022).

Desde la neurociencia y mediante estudios de neuroimagen, sabemos que la resiliencia está vinculada a diferencias tanto estructurales como funcionales en regiones clave que ayudan a controlar nuestras emociones, como la corteza prefrontal, la amígdala y el hipocampo, las cuales ya se han investigado en modelos animales, como

mencionamos antes. Estas áreas juegan un papel importante en la regulación de la hormona del estrés en las personas: el cortisol.

La corteza prefrontal, conocida como el director ejecutivo de nuestro cerebro, desempeña un papel importante en la regulación de nuestras emociones, la toma de decisiones, la inhibición de impulsos y la reinterpretación cognitiva de experiencias negativas. Las personas que muestran resiliencia parecen tener una mayor capacidad en esta región para gestionar respuestas emocionales intensas, especialmente las asociadas con la amígdala (Eaton et al., 2022). Por ejemplo, en adolescentes expuestos a maltrato infantil, quienes lograban regular mejor la actividad de la amígdala mediante mecanismos cognitivos (regulados por la corteza prefrontal) tenían menor riesgo de desarrollar depresión.

La amígdala desempeña un papel fundamental en la forma en que procesamos nuestras emociones. Esta pequeña estructura, que se asemeja a una almendra en tamaño y forma, se activa para detectar amenazas y coordinar nuestras respuestas de miedo y supervivencia. En personas con mayor vulnerabilidad al estrés, la amígdala tiende a ser más reactiva. Sin embargo, en quienes son más resilientes, no significa que la apaguen, sino que aprenden a regular mejor su actividad, gracias a conexiones eficientes con las áreas prefrontales (Eaton et al., 2022).

Para ser resiliente, el individuo necesita aprender a modular su memoria, es decir, sus recuerdos. El cerebro tiene una región llamada el gran archivista de recuerdos: el hipocampo. Su nombre proviene del griego hi-

ppokampos, que significa “caballito de mar”, ya que su forma se asemeja a ese pequeño animal, como observaron los anatomistas. Además de gestionar los recuerdos, el hipocampo ayuda a determinar si una situación representa un peligro real y mantiene conexiones cercanas con la corteza prefrontal, la amígdala y el hipotálamo, que regula las hormonas, incluidas las relacionadas con el estrés. Gracias a su ubicación estratégica, el hipocampo puede integrar información cognitiva y emocional para que respondamos de manera adaptativa ante amenazas. En palabras sencillas, ayuda a responder preguntas como: ¿Dónde ocurrió esto? ¿Cuándo pasó? ¿La amenaza sigue presente? ¿Este estímulo realmente representa peligro? Gracias, en parte, al trabajo del hipocampo, podemos evitar que nuestro cuerpo permanezca en un estado de alarma constante. Sin embargo, investigaciones indican que en el hipocampo puede acumularse desgaste por las activaciones repetidas de los sistemas relacionados con el estrés. En estos casos, se ha visto, mediante resonancia magnética, que su tamaño disminuye, lo que genera dificultades en su control, aumento de cortisol y un círculo vicioso de neurotoxicidad (Murrough & Russo, 2019). Un descubrimiento muy importante en la neurociencia moderna es que las personas resilientes parecen mantener mejor la estructura y la función del hipocampo, incluso en situaciones crónicas de estrés. Además, muestran una mejor conectividad con la corteza prefrontal, mayor eficacia en la regulación emocional y una mayor capacidad para contextualizar experiencias adversas, lo que se traduce en una recuperación

fisiológica más rápida ante el estrés. En otras palabras, un hipocampo resistente ayuda al cerebro a recordar el trauma sin quedar atrapado en él para siempre (Eaton et al., 2022).

Al igual que en modelos animales, esta capacidad resiliente depende de los períodos críticos de desarrollo cerebral; el trauma temprano puede alterar la maduración neuronal, la neurogénesis, la conectividad límbica y la sensibilidad al cortisol. Sin embargo, no todos los niños expuestos a la adversidad presentan el mismo impacto neurobiológico; al parecer, esto depende de factores clave como el apego seguro, el apoyo social, los ambientes estables, la regulación emocional aprendida y las experiencias positivas compensatorias, que pueden modular el efecto del estrés en las diferentes regiones cerebrales involucradas. Esto explicaría por qué algunas personas desarrollan trastornos clave tras un trauma severo, mientras que otras logran mantener su adaptación funcional. Además, las intervenciones tempranas podrían frenar el efecto del estrés y propiciar la resiliencia, como el ejercicio, el sueño adecuado, la psicoterapia, la meditación, el aprendizaje continuo y, en algunos casos, el tratamiento farmacológico (DePierro et al., 2019).



Figura 2. *Dos caminos frente a la adversidad: algunos se adaptan y recuperan, otros enfrentan dificultades.* La resiliencia nace de la interacción entre el cerebro, el entorno y las experiencias.

La resiliencia no es una armadura que nos hace invulnerables, sino una capacidad increíble del cerebro para adaptarse, aprender y levantarse de nuevo. Aunque el estrés puede dejar huellas, el cuidado, el apoyo social, el ejercicio, el aprendizaje y los entornos seguros también dejan huellas positivas. Entender cómo funciona nuestro cerebro nos ayuda a recordar que no se trata de evitar las tormentas, sino de fortalecer los recursos que nos permiten atravesarlas con más confianza y esperanza.

Referencias

- Akil, H., Maras, P. M., & Turner, C. A. (2026). Stress fitness: A neuroscientific approach to building emotional resilience. *Neuron*, S0896-6273(26)00223-0. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2026.03.032>
- Borges, J. V., Pires, V. N., de Freitas, B. S., Rübensam, G., Vieira, V. C., de Souza Dos Santos, C., Schröder, N., & Bromberg, E. (2023). Behavior, BDNF and epigenetic mechanisms in response to social isolation and social support in middle aged rats exposed to chronic stress. *Behavioural brain research*, 441, 114303. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2023.114303>
- DePierro, J., Lepow, L., Feder, A., & Yehuda, R. (2019). Translating molecular and neuroendocrine findings in posttraumatic stress disorder and resilience to novel therapies. *Biological psychiatry*, 86(6), 454-463. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2019.07.009>
- Eaton, S., Cornwell, H., Hamilton-Giachritsis, C., & Fairchild, G. (2022). Resilience and young people's brain structure, function and connectivity: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 132, 936-956. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.11.001>
- Franklin, T. B., Saab, B. J., & Mansuy, I. M. (2012). Neural mechanisms of stress resilience and vulnerability. *Neuron*, 75(5), 747-761. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.08.016>
- Murrough, J. W., & Russo, S. J. (2019). The neurobiology of resilience: Complexity and hope. *Biological psychiatry*, 86(6), 406-409. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2019.07.016>
- Sarapultsev, A., Komelkova, M., Gusev, E., Hu, D., & Naumenko, V. (2026). Social buffering of stress in rats: a multisystem meta-analysis and translational framework for stress resilience. *Physiology & behavior*, 307, 115242. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2026.115242>
- Spencer-Segal, J. L., & Akil, H. (2019). Glucocorticoids and resilience. *Hormones and behavior*, 111, 131-134. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.11.005>
- Snippe-Strauss, M., Tenenhaus-Zamir, A., Benhos, A., & Richter-Levin, G. (2024). Active stress resilience. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 58, 101403. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2024.101403>

Sobre los autores

María Evelina Torres García es jefa del Departamento de Laboratorios y coordinadora de investigación en la Universidad de la Salud del Estado de Puebla (USEP), candidata a Investigadora Nacional, y se especializa en neurociencias, salud mental y educación en ciencias de la salud. Ha llevado a cabo proyectos de investigación, divulgación y formación de recursos humanos, promoviendo la vinculación entre la investigación, la docencia y el impacto social. Actualmente, lidera iniciativas para fortalecer la cultura científica en comunidades prioritarias. Email: evelina.tg@gmail.com

Dr. Antonio Fuentes Ibáñez, investigador postdoctoral en neurobiología de la memoria, estudia cómo las modificaciones de la cromatina afectan la formación y persistencia de la memoria. Psicólogo y doctor en neurociencias, en 2023 fue Candidato a Investigador Nacional y comenzó una estancia postdoctoral en la Facultad de Medicina de la UNAM (SECIHTI). Participa en comités de tesis y es director, manteniendo vínculos con el Instituto de Neurobiología y formando nuevos en la Facultad. Su objetivo es ser un investigador productivo que contribuya al desarrollo del equipo.

Email: anttoniofuentes@gmail.com

LA RESISTENCIA EN LAS TRINCHERAS AMBIENTALES Y DE LA SALUD: BACTERIAS Y ANTIBIÓTICOS

Christopher Alejandro Salas Butrón, Miguel Alejandro
Maldonado Gordillo y Ricardo Iván Cruz Cano



Resumen

El cambio global no se limita únicamente al clima, ya que las actividades humanas y la pérdida de biodiversidad también impactan severamente la salud a escala microscópica. Las bacterias, indispensables para degradar la materia orgánica o fijar nutrientes en los ecosistemas, representan un reto sanitario cuando provocan infecciones. Su constante combate con antibióticos genera mutaciones genéticas que alteran sus proteínas externas, impidiendo que el medicamento las reconozca e inactive su efecto.

Prácticas inadecuadas como la automedicación, la interrupción de tratamientos o el uso masivo en la ganadería aceleran esta resistencia. Los fármacos desechados y las bacterias resistentes presentes en aguas residuales o heces terminan contaminando el agua, el aire y el suelo. Asimismo, la alteración de la microbiota intestinal afecta el eje microbiota-intestino-cerebro, repercutiendo en la salud mental. Ante los millonarios costos proyectados para el PIB global, se requieren políticas públicas urgentes, pues iniciativas como GLASS no se implementan eficientemente en México.

El fenómeno que no vemos, pero sentimos

Es muy probable que en la actualidad escuches o leas sobre el cambio global, ¿no? Bueno, es un concepto utilizado por numerosas campañas, publicidad e incluso la di-

fusión de información con el fin de generar conciencia sobre el impacto que tienen los combustibles fósiles y el consumo excesivo de productos a nivel mundial, así como sobre el daño que se genera en los ecosistemas y sus componentes. Incluso se han vendido algunos productos considerados favorables al medio ambiente, ecológicos o, como se les denomina actualmente, “eco-amigables”.

Ciertamente, el cambio climático no es un fenómeno reciente; de hecho, es un proceso natural que se ha presentado a lo largo de la historia de nuestro planeta en períodos de disminución de temperatura, llamados glaciaciones, o bien, en incrementos de temperatura, correspondientes al calentamiento global. Sí, es un proceso natural; sin embargo, la actividad humana ha acelerado el cambio en las condiciones climáticas, con un impacto que, hasta el momento, parece irreversible. Sobre este tema se ha escrito mucho y, aparentemente, se tiene la idea (en aumento) de que esto es falso o bien que los cambios no afectan nuestro modo de vida, pero ¿qué pensarías si te demostramos que no es así y que, en consecuencia, incluso nuestra salud puede verse comprometida?

Empecemos por definir el cambio global como el conjunto de transformaciones que surgen a escala planetaria a partir de fenómenos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la urbanización, la expansión de la agricultura y la ganadería. Se suele hablar del cambio climático y del globalismo como sinónimos, pero no es así...son completamente diferentes. El cambio global es una consecuencia del cambio climático, principalmente debido a la acti-

vidad humana y a su expansión a territorios donde los seres humanos no habitaban. Esto ha generado problemas de salud, como las zoonosis, es decir, enfermedades que no son propias de los seres humanos sino de otras especies y que pueden transmitirse, como en el caso del SARS-CoV-2, causado por un coronavirus. Sin embargo, esto solo se aborda desde la perspectiva microscópica, aquello que podemos ver, pero... ¿Te has preguntado si sucede algo a escala microscópica?

Letalidad microscópica: bacterias

Seguramente has escuchado o leído sobre las bacterias, organismos unicelulares vistos solo al microscopio, que son importantes en las relaciones de los ecosistemas. Son tan importantes que favorecen el mantenimiento de los suelos, degradan la materia orgánica en descomposición, es decir, los restos de organismos que han perecido y comienzan a degradarse. También participan en procesos en los que algunos elementos necesarios para los seres vivos (como el nitrógeno) circulan entre la atmósfera y la Tierra. Otras son indispensables para la asimilación de nutrientes en otros organismos, como en el caso de las plantas del grupo “leguminosas”, donde se encuentra el frijol, por mencionar un ejemplo.

Sin embargo, cuando escuchas la palabra “bacteria”, en tu mente la asocias con enfermedades respiratorias, gástricas o incluso con otras más graves que afectan tanto a las personas como a los animales. ¿Cómo se combate este tipo de microorganismos para eliminarlos del cuerpo? Si respondiste “antibióticos”, ¡correcto! El uso de antibióticos es un tratamiento eficaz para eliminarlos de tu sistema. No obstante, estos organismos siguen siendo un problema sanitario. ¿Por qué? La razón de ello radica en un mecanismo bastante eficaz que les ha permitido sobrevivir durante tantos años: la resistencia a este tipo de fármacos.

Este proceso de resistencia consiste, a grandes rasgos, en el reconocimiento de la molécula química (el antibiótico) por parte de la bacteria, que cambia su estructura externa para evitar el daño que le provoca este medicamento. En esencia, podemos hacer una analogía con un cambio de llaves... Imagina que alguien intentó entrar a tu casa porque tenía la llave de la chapa. Lo que hiciste al enterarse de esto fue cambiar la chapa por una nueva. Entonces, la llave anterior es inútil. Este mecanismo lo conocemos en biología como “mutaciones” porque ocurre un cambio en el material genético (ADN) para la formación de nuevas proteínas que se encuentran alrededor de la bacteria, las cuales actúan como esas cerraduras que mencionamos (Figura 1).



Figura 1. Cambio en las proteínas de membrana de la bacteria que no reconocen el antibiótico, lo que inhibe su efecto. Imagen realizada fue con ChatGPT versión GPT-5.6 Luna.

Gracias a este proceso, las bacterias pueden sobrevivir a los antibióticos; este cambio constante de “chapas” inutiliza las “llaves” (antibióticos) que tenemos hoy en día. ¿Has experimentado cómo el personal de salud te proporciona un antibiótico que antes hacía efecto y ahora ya no? Bueno, esto se explica por este proceso y es un problema porque ahora se tiene que sintetizar o encontrar otros antibióticos para combatir las bacterias causantes de enfermedades. Es tal el éxito en dicha resistencia que actualmente se usan antibióticos conocidos como de cuarta generación. Entonces, ¿cómo se relaciona esto con el problema que abordamos sobre la resistencia?

Malas decisiones que han impactado en la salud y el ambiente

Muy probablemente has tenido un familiar o conocido que te ha dicho “Tómame esto, te ayudará con la infección”. Resulta y resalta que es un antibiótico. Sin lugar a dudas, te ayudará a mejorar. El problema viene después porque no lo consumiste durante el periodo adecuado, lo que no garantiza la eliminación de las bacterias causantes del malestar. La próxima vez que lo emplees, el fármaco tendrá un efecto menor porque no se eliminó la mayoría de las bacterias y las que sobrevivieron ¡se volvieron resistentes!

El problema persiste porque en el intestino tenemos bacterias benéficas que forman parte de nuestra microbiota y aportan vitaminas al organismo. Afectar la microbiota puede afectar la salud. Se sabe, según estudios recientes, que la microbiota intestinal mantiene una estrecha relación con el sistema nervioso a través del llamado eje microbiota-intestino-cerebro. Las bacterias presentes en el intestino participan en la producción y regulación de neurotransmisores, sustancias inflamatorias y señales químicas que influyen en procesos como el estado de ánimo, la respuesta al estrés, la memoria y el comportamiento. Su alteración, conocida como disbiosis, se asocia con alteraciones emocionales y psicológicas, como la ansiedad, la depresión, el estrés e incluso problemas cognitivos.

Esto es delicado a nivel individual, pero puede afectar a nivel poblacional porque una fracción importante de los antibióticos se elimina por la orina; se estima que el porcentaje de eliminación por esta vía oscila entre el 30% y el 60%. ¿Y el problema? Aparentemente afecta solo a individuos con resistencia; sin embargo, si la mayor parte del antibiótico es excretada por la orina, este se irá por el sistema de drenaje, combinándolo con las aguas residuales, donde se encuentra una diversidad de bacterias entero gástricas, es decir, aquellas que infectan el tracto digestivo y, como consecuencia, también presentan resistencia a los antibióticos. Además, estas bacterias presentes en las aguas de desecho

serán vertidas en algún lugar (probablemente no regulado), donde se dispersarán por el ambiente. Entonces, las bacterias más resistentes se encuentran en el drenaje y es muy difícil eliminarlas, así como controlar tanto su crecimiento como su dispersión. Es un problema serio, ¿no te parece? Pero esto no termina ahí...

En la industria ganadera, por ejemplo, se emplean grandes cantidades de antibióticos para prevenir infecciones en el ganado. La situación se asemeja a lo descrito en los humanos, pero con la diferencia de que en este caso la distribución de dichas bacterias no se limita al agua, sino que también incluye el suelo y el aire. Las heces de estos animales permanecerán en el lugar donde se alimentaron hasta que comiencen a degradarse y a dispersarse por el viento. Es así como este tipo de bacterias no necesariamente llega a las personas por la alimentación, sino también por la respiración, a través de los aerosoles ambientales.

¿Qué tan severa es la situación? Numerosos estudios a nivel mundial han identificado la presencia de estos organismos resistentes en diversos ambientes, como el aire, el agua y el suelo, e incluso en organismos vivos. Es tal la relevancia de este fenómeno que ya se han identificado puntos geográficos con registros (Figura 2). Se ha observado que los mayores riesgos se encuentran en las áreas marinas cercanas a Brasil y África, y no en las zonas marinas cercanas al este de Estados Unidos.

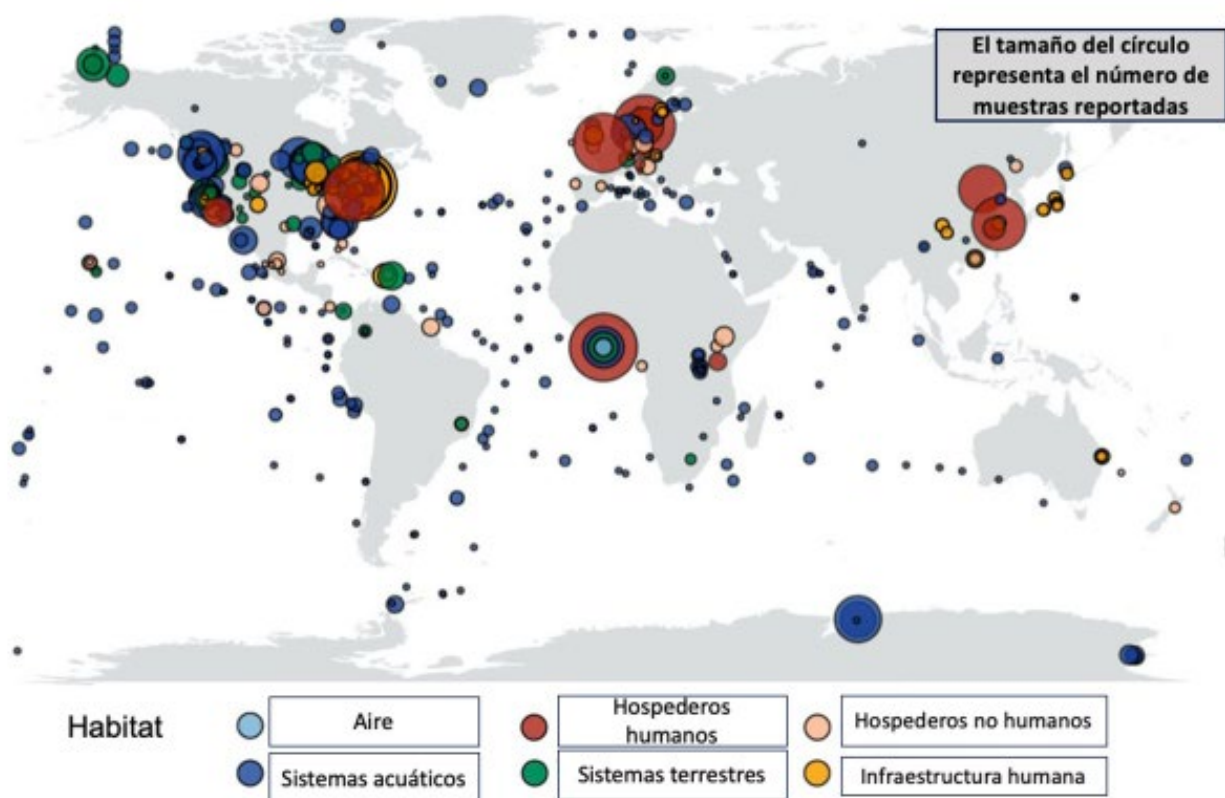


Figura 2. Distribución mundial de los sitios donde se ha detectado la presencia de genes de resistencia a los antibióticos (GRA) en alguna muestra ambiental o en hábitats específicos. Imagen adaptada de Zhang et al. (2022).

Ahora bien, este problema no solo involucra preocupaciones de índole ambiental y médica, sino también económica. ¿Por qué? Bueno, al aumentar el número de personas infectadas que enferman, se requiere destinar un mayor presupuesto al ámbito médico para brindarles tratamiento. Asimismo, comienzan a reconocerse efectos en la salud mental colectiva debido a la preocupación constante por las infecciones emergentes, la contaminación ambiental y los riesgos sanitarios globales. Esto demuestra que la resistencia antimicrobiana también tiene implicaciones para la higiene mental y el bienestar emocional de la sociedad. De hecho, se estima que para el 2030 se tendrán que aportar billones de dólares al producto interno bruto (PIB) de este ámbito. Sin dudas, el panorama no es favorable, pero algunos países ya han puesto manos a la obra, impulsando mejores obras, infraestructura y políticas de salud pública, como lo es el programa Sistema Global de Vigilancia y Uso de la Resistencia Antimicrobiana (GLASS, por sus siglas en inglés), promovido por la OMS en el 2015. Este programa recopila datos sobre la resistencia microbiana y el uso de antibióticos, con el fin de elaborar indicadores e instrumentos que permitan comprender, gestionar y solucionar este problema. Ahora, la pregunta del millón: ¿se implementa este sistema en México? Desafortunadamente, no.

Nuestro país participa en iniciativas bajo este esquema; sin embargo, hasta hoy han resultado ineficientes. Además, los estudios realizados a la fecha son contados: 2 desde 2010. Esto nos debe de preocupar, ya que México es un punto de tránsito hacia el norte, lo que lo convierte en un punto clave tanto para la llegada de los microorganismos resistentes a antibióticos como para su transmisión hacia América del Norte. De no trabajar en políticas de salud pública y en la infraestructura adecuada, el país podría verse enfrentado a un panorama poco favorable en este ámbito.

Finalizamos con una reflexión: esta situación puede mejorarse mediante diversas estrategias, como la reducción del uso innecesario de antibióticos. Para lograrlo, se requiere conciencia ciudadana y atención oportuna a las infecciones por parte del personal adecuado. También se requiere mejorar el tratamiento de las aguas residuales y realizar investigaciones sobre nuevos fármacos para tratar las infecciones bacterianas.

Como puedes ver, el cambio global tiene un impacto directo en este fenómeno, que involucra la sostenibilidad ambiental y la salud pública. La colaboración de científicos, formuladores de políticas, profesionales de la salud y de la sociedad en su conjunto será necesaria para frenar la propagación de estos organismos y preservar la eficacia de los antibióticos, con el fin de lograr planes de acción efectivos a nivel local, regional y global que involucren a toda la sociedad.

Referencias consultadas

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. (2022). A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Amábile-Cuevas, C. F. (2010). Antibiotic resistance in Mexico: A brief overview of the current status and its causes. *Journal of Infection in Developing Countries*, 4(3), 126–131. <https://doi.org/10.3855/jidc.427>
- Becattini, S., Taur, Y., & Pamer, E. G. (2016). Antibiotic-induced changes in the intestinal microbiota and disease. *Trends in Molecular Medicine*, 22(6), 458–478. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2016.04.003>
- Cryan, J. F., O’Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., Codagnone, M. G., Cusotto, S., Fulling, C., Golubeva, A. V., Guzzetta, K. E., Jaggar, M., Long-Smith, C. M., Lyte, J. M., Martin, J. A., Molinero-Perez, A., Moloney, G., Morelli, E., Morillas, E., ... Dinan, T. G. (2019). The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877–2013.
- Rodríguez-Verdugo, A., Lozano-Huntelman, N., Cruz-Loya, M., Savage, V., & Yeh, P. (2020). Compounding Effects of Climate Warming and Antibiotic Resistance. *IScience*, 23(4), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101024>
- Zheng, D., Yin, G., Liu, M., Hou, L., Yang, Y., Van Boeckel, T. P., Zheng, Y., & Li, Y. (2022). Global biogeography and projection of soil antibiotic resistance genes. *Science Advances*, 8(46), 1–13. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abq8015>

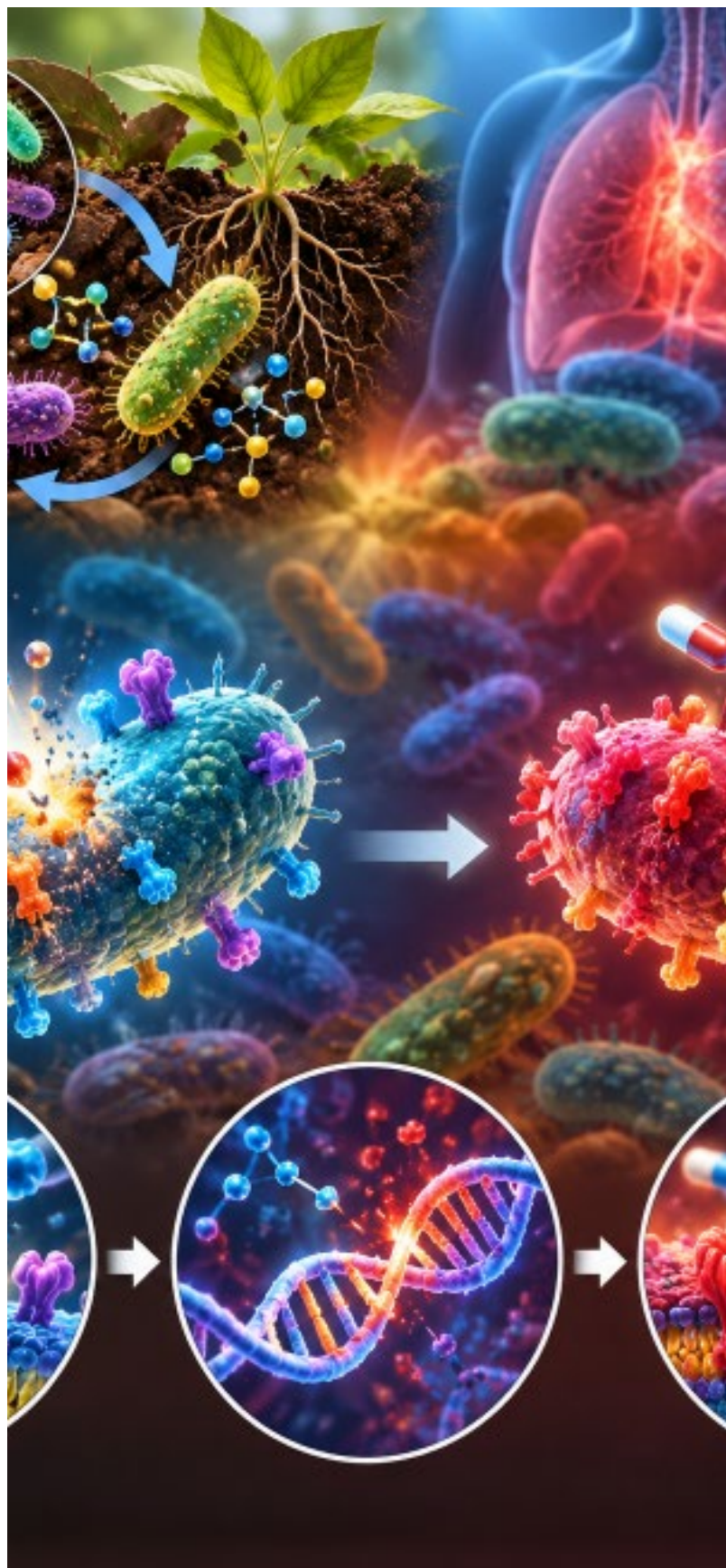
Sobre los autores

Biólogo Christopher Alejandro Salas Butrón. Especialista en la síntesis de la literatura científica y en la aplicación de la ecología genómica a diversos ecosistemas, con un énfasis particular en el estudio de virus patógenos y en la bioinformática. Email: christopheral122498@gmail.com.

Biólogo Miguel Alejandro Maldonado Gordillo. Profesor de asignatura, su enfoque se desarrolla en la docencia, en nuevas metodologías de aprendizaje y en la inmunogenómica, adscrito a la Escuela Nacional Preparatoria; División de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería y Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Medicina. Email: miguel.maldonado@enp.unam.mx.

Dr. Ricardo Iván Cruz Cano. Profesor de Carrera Asociado: su enfoque se centra en el eDNA ambiental (eDNA), la ecología genómica, la ecología de sistemas acuáticos, la ecofisiología, la metagenómica y la bioinformática, y está adscrito a la División de Investigación y Posgrado de la FES Iztacala.

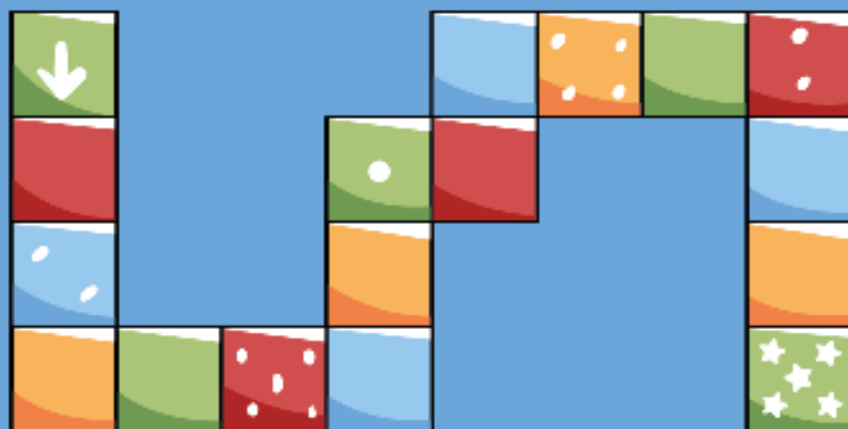
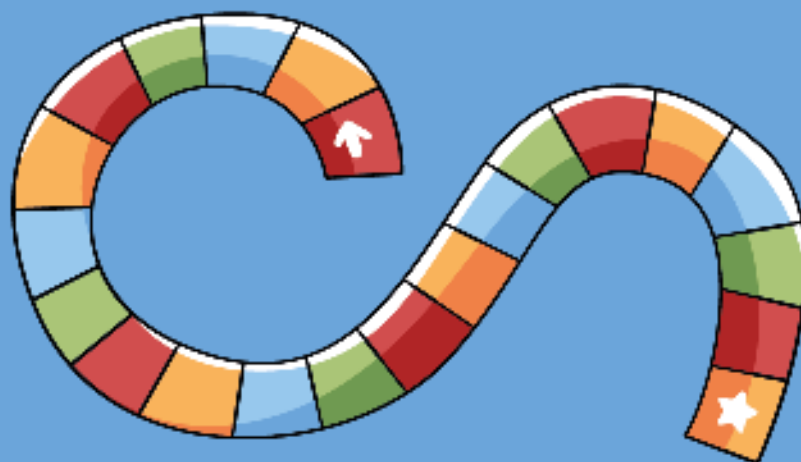
Email: cruzcanor@ciencias.unam.mx.



EL TABLERO DE LA CALMA:

JUEGOS AUTÓCTONOS Y TRADICIONALES DE DESTREZA MENTAL PARA CONTRARRESTAR EL ESTRÉS Y LA ANSIEDAD

Nonantzin Donaji Méndez Núñez y Víctor
Alberto Moreno Lara



Resumen

Transitar por el Eje Central a las ocho de la mañana puede ser una experiencia agitada, con un tráfico intenso, muchas personas y el constante sonido de los cláxones. Para las adolescentes mexicanas del siglo XXI, su vida interior muchas veces se asemeja a caminar por esa avenida en plena hora punta. Además, las redes sociales y la presión académica, que ocupan gran parte de su día, dejan poco tiempo libre, incluso a costa de horas de sueño. Todo esto crea una tormenta perfecta que puede afectar su bienestar mental, inundando y colapsando sus canales de tranquilidad y equilibrio.

La adolescencia es una etapa de transformación, un hermoso puente que conecta la infancia con la adultez. Sin embargo, en nuestro país, ese puente a menudo se ve afectado por dificultades. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2023), los trastornos de ansiedad generalizada y los episodios de estrés en jóvenes de entre 12 y 19 años han aumentado significativamente en los últimos diez años.

Frente a esta situación, las respuestas institucionales tradicionales a veces no alcanzan a cubrir las necesidades de nuestro país o pueden parecer lejanas. Los servicios de psicoterapia pueden parecer un lujo, y los enfoques farmacológicos todavía enfrentan estigmas. Por eso, es importante explorar opciones más accesibles, divertidas y en sintonía con nuestra cultura mexicana. Este artículo nos invita a redescubrir los juegos

autóctonos y tradicionales que, además de ser entretenidos, pueden servir como herramientas terapéuticas para traer paz a la vida de la juventud, ofreciendo una forma saludable y positiva de afrontar los desafíos.

Metáfora del estrés y la ansiedad en las adolescencias

Para entender mejor las crisis de salud mental en las adolescencias de hoy, es importante aclarar dos conceptos que a veces se confunden: el estrés y la ansiedad. En lugar de usar solo un lenguaje clínico, usaremos una analogía con un coche para ilustrar cómo se sienten y cómo funcionan internamente. Imaginemos que el desarrollo de las adolescencias es como un vehículo que recorre una carretera completamente nueva, desconocida, silenciosa y sin señales claras, reflejando la búsqueda de identidad, los cambios hormonales y la presión académica, familiar y social que enfrentan.

Desde una visión clínica, el estrés es definido como una respuesta fisiológica y psicológica ante un estímulo o exigencia del entorno que las personas perciben como una amenaza que supera sus recursos disponibles (Lazarus y Folkman, 1984). En nuestra analogía, el estrés es una pendiente muy pronunciada, en una carretera desconocida que el auto debe atravesar.

Explicando el estrés...

Podríamos compararlo con la respuesta del motor de un auto ante una pendiente: en el carro, el estrés sería equivalente a activar el turbo para inyectar más aire al motor a marchas forzadas y responder a las demandas del entorno.

En la vida de las adolescencias, el estrés es la carga que tienen, como las tareas, exámenes, conflictos personales, familiares y las presiones sociales. Fisiológicamente es una respuesta adaptativa y temporal, el motor se calienta y revoluciona, pero una vez que logra ascender, el auto se apaga, recupera su temperatura normal y continúa su marcha. El problema comienza cuando la pendiente se vuelve interminable y el “turbo” jamás se desactiva.

La ansiedad: el acelerador trabado

La ansiedad es la consecuencia de mantener el motor a marchas forzadas durante un tiempo prolongado. Se presenta cuando el pedal del acelerador queda completamente presionado hasta el límite. A diferencia del estrés, la ansiedad ya no necesita de la pendiente para forzarse; más bien, el acelerador se mantiene presionado aun cuando el auto está en plano o incluso apagado.

El sistema eléctrico se está sobrecargando debido a la gran cantidad de estímulos y de cortisol que recibe. Aunque el motor parece estar funcionando a toda velocidad

y físicamente se percibe en buen estado, en realidad, sus componentes internos están vibrando de manera destructiva. Esto puede causar taquicardias, sensación de opresión en el pecho e hiperventilación, pero con cuidado, es posible recuperar el equilibrio.

Los adolescentes que se encuentran en estas situaciones requieren herramientas que actúen como rampas de frenado de emergencia en sus contextos cotidianos. Es aquí donde los juegos de destreza mental actúan como herramientas de desaceleración, capaces de reducir la producción de cortisol.

Salud mental en México y la falta de atención

México enfrenta un grave problema de salud mental. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2023), la presencia de síntomas depresivos y de ansiedad generalizada en la población adolescente ha alcanzado niveles altos, con un incremento drástico a partir de la pandemia por COVID-19. Aproximadamente el 15% de las personas de entre 12 y 19 años mencionaron haber experimentado sentimientos de desesperanza o invalidez.

Pese a este grave problema de salud pública, la infraestructura de atención psicológica en nuestro país se convierte en un lujo. En las escuelas, la intervención se limita a personas que atraviesan crisis extremas. Por otro lado, el acceso a terapias en el sector privado, debido a su costo, suele ser inalcanzable para muchas familias mexicanas.

Aunado a esto, se suma el estigma social: desafortunadamente, asistir al psicólogo o al psiquiatra se percibe como una muestra de “locura”. La combinación del prejuicio y la carencia, tanto institucional como económica, provoca que las adolescencias canalicen sus crisis hacia los dispositivos móviles, buscando contrarrestar el malestar a través del consumo de redes sociales y videojuegos, que, paradójicamente, tienden a incrementar los niveles de cortisol (García y Arauja, 2019).

Los juegos autóctonos de destreza mental: más allá de la historia

Frente a los desafíos de la salud mental y la falta de atención adecuada, es importante explorar alternativas de intervención socioemocional que sean accesibles, fáciles de replicar y que tengan un profundo significado cultural. Aquí es donde los juegos tradicionales y autóctonos de destreza mental desempeñan un papel fundamental. Cuando pensamos en juegos tradicionales, muchas veces nos vienen a la mente actividades como el trompo o el balero, pero México tiene una herencia maravillosa de juegos autóctonos que requieren abstracción, estrategia y paciencia, enriqueciendo así nuestras tradiciones culturales (Federación

Mexicana de Juegos y Deportes Autóctonos y Tradicionales, 2019).

Estos juegos han sido preservados y sistematizados por la Federación Mexicana de Juegos y Deportes Autóctonos y Tradicionales (FMJDAT, 2019), institución que ha documentado la vigencia de prácticas lúdicas ancestrales. Entre los juegos de destreza mental podemos mencionar la pitarra, el chilillo, el jun-jun, el romayá, el patolli, el tembini iumu, entre otros.

Los juegos de destreza mental son un contraste radical, ya que, a diferencia de los videojuegos, no ofrecen estímulos inmediatos. Al sentarse frente a un tablero físico, las personas canalizan su energía en un micro universo regido por reglas; por tanto, obliga al individuo a tener control sobre su atención y procesos cognitivos (Figura 1)



Figura 1. Estudiantes de la ENP9 jugando “Romayá” (Fotografía propia, enero, 2026)

La rampa de frenado

El impacto positivo de los juegos de destreza mental en los estados de estrés y ansiedad se sustenta en la neurociencia contemporánea. Cuando una persona presenta un estado de ansiedad generalizada, la amígdala se activa de manera frenética, lo que desencadena la liberación de hormonas del estrés y limita la función de la corteza prefrontal (Arnsten, 2009). La inhibición de la corteza prefrontal afecta la toma de decisiones, el pensamiento a largo plazo y la concentración, lo que mantiene la mente de las personas en pensamientos catastróficos. Al jugar en un tablero físico de destreza mental, este actúa como un catalizador del estado de alerta. Al involucrarse con problemas lógico-matemáticos como la pitarra, el cerebro obliga a la corteza prefrontal a activarse, lo que genera a su vez, una inhibición descendente sobre la amígdala (Sánchez y Román, 2004). De manera concreta, pensar estratégicamente reduce la ansiedad.

El hecho de utilizar tableros, fichas y semillas tiene un arraigo sensorial que en los dispositivos móviles está ausente. Este fenómeno se asemeja a los principios de las terapias basadas en atención plena o *mindfulness*. Los juegos autóctonos y tradicionales de destreza mental exigen y recompensan la paciencia y el silencio reflexivo.

La introducción de estas actividades puede estructurarse mediante talleres que brinden herramientas para fortalecer la salud socioemocional, así como mediante proyectos multidisciplinarios en educación físi-

ca, matemáticas e historia. Al enseñar estos juegos, no solo transmitimos reglas sino se les brinda un espacio de socialización, construyendo áreas de resistencia frente a la aceleración tecnológica, transformando nuestros espacios de clase en escenarios de calma y autorregulación (Figura 2).



Fig. 2. *Jugando pitarra.* (Fotografía propia, octubre, 2025)

Conclusión

Afrontar la crisis de salud mental, específicamente estrés y ansiedad que experimentan las adolescencias mexicanas del bachillerato, nos orilla a buscar soluciones tangibles, innovadoras y accesibles. Los juegos autóctonos y tradicionales de destreza mental representan una alternativa viable que cumple con lo anterior.

Al implementar estas estrategias con las adolescencias en espacios educativos, no solo difundimos, resguardamos y dignifica-

mos el patrimonio cultural de los pueblos, sino que proporcionamos al estudiantado herramientas neurocognitivas para la vida. Es necesario sanar las mentes aceleradas de la adolescencia; en este caso, al volver la mirada a la sabiduría del pasado y al pensamiento estratégico, lograremos brindar herramientas contra el caos cotidiano.

Referencias

Asociación Psiquiátrica Americana. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5) (5.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

Arnsten, A. F. T. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 410-422. <https://doi.org/10.1038/nrn2648>

Federación Mexicana de Juegos y Deportes Autóctonos y Tradicionales. (2019). Manual de juegos autóctonos y tradicionales de México. Comisión Nacional del Deporte.

García, M., & Arauja, L. (2019). El impacto de las redes sociales y los videojuegos en los niveles de cortisol y estrés adolescente. *Revista Iberoamericana de Psicología y Educación*, 14(2), 85-98.

González-Ramírez, M. T., Santos-García, R., & Landero-Hernández, R. (2020). Identidad cultural, resiliencia y salud mental en jóvenes del contexto mexicano. *Revista Mexicana de Psicología*, 37(2), 115-128.

Instituto Nacional de Salud Pública. (2022). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021: Sobrepeso, obesidad y salud mental en adolescentes (Informe de resultados). Secretaría de Salud. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2021/documentos/informes/ENSANUT_2021_TL.pdf

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1986). Estrés y procesos de adaptación (M. Murillo, Trad.). Martínez Roca. (Obra original publicada en 1984).

Sánchez-Navarro, J. P., & Román-Lapuente, F. (2004). Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de Psicología*, 20(2), 223-240.

Sobre los autores

Nonantzin Donaji Méndez Núñez. Profesora de tiempo completo (SIJA), adscrita a la Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8 "Miguel E. Schulz".

Email: donaji.mendez@enp.unam.mx

Victor Alberto Moreno Lara. Profesor de tiempo completo (CEIPAB), adscrito a la Escuela Nacional Preparatoria Plantel 9 "Pedro de Alba".

Email: victor.moreno@enp.unam.mx

EJERCICIO: ENTRENA TU CUERPO Y FORTALECE TU MENTE

Koré Montserrat Moreno Calderón
y Rocío Montoya Pérez



Resumen

El ejercicio físico no solo fortalece tu cuerpo, sino que también tiene un efecto muy positivo en tu cerebro. Cuando haces ejercicio, tus músculos actúan como pequeños órganos endocrinos, liberando mioquinas como irisina y catepsina B. Estas moléculas viajan a través de la barrera hematoencefálica y ayudan a que se produzca el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF). Esto, a su vez, favorece que las neuronas crezcan, las conexiones sinápticas se fortalezcan y se formen nuevas neuronas en el hipocampo.

La actividad física no solo es buena para el cuerpo, sino que también ayuda a sentirte mejor en general. Cuando te mueves, tu cuerpo libera dopamina, serotonina, endorfinas y endocannabinoides, unas sustancias que aumentan tu motivación, te hacen sentir feliz y ayudan a reducir el dolor, además de regular tu estado de ánimo. Además, bajar los niveles de cortisol y fortalecer la plasticidad sináptica, favorece la memoria, el aprendizaje, la resolución de problemas y te hace más resistente al estrés. ¡Así que es una excelente forma de cuidarte por dentro y por fuera!

Además, el ejercicio cuida mucho tu cerebro y puede ayudar a retrasar el envejecimiento. Aunque produce un estrés oxidativo moderado, también activa una molécula llamada Nrf2 y aumenta la producción de enzimas antioxidantes que combaten los radicales libres. Además, ayuda a controlar la inflamación, ya que, durante el ejercicio, los músculos liberan IL-6, una sustancia que fo-

menta respuestas antiinflamatorias. Todos estos mecanismos, en conjunto, contribuyen a reducir el riesgo de deterioro cognitivo, depresión y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el párkinson, ayudando a que tu cerebro se mantenga más eficiente, resistente y saludable a largo plazo.

¿Alguna vez viste una película en la que los atletas eran mostrados como menos inteligentes? ¿O alguien te dijo que hacer ejercicio o practicar algún deporte te distraía de la escuela? Pues... ahora se sabe que, en realidad, es todo lo contrario.

Durante años, se pensó que el ejercicio solo ayudaba a esculpir el cuerpo. Correr, nadar o levantar pesas se asociaba con un cuerpo fuerte, resistente y estético. Sin embargo, la ciencia ha revelado algo mucho más fascinante: cuando te mueves, tu cerebro también se entrena. Cada contracción muscular envía mensajes químicos a través de la sangre que transforman la manera en que piensas, aprendes y te sientes.

Los músculos hablan y el cerebro escucha

Ahora entendemos que el músculo esquelético es mucho más que un simple órgano que se mueve cuando el cerebro le da la orden. Es también un órgano endocrino que produce y libera moléculas, conocidas como mioquinas, las cuales envían mensajes a otros órganos y tejidos, ayudando a re-

gular su funcionamiento. Estas moléculas, que suelen ser pequeñas proteínas, viajan por la sangre y alcanzan su órgano blanco, desempeñando un papel importante en nuestra salud.

Se han identificado aproximadamente 600 mioquinas que se liberan durante la contracción muscular; sin embargo, la irisina y la catepsina B son dos de las más estudiadas en relación con sus beneficios para el cerebro. Estas mioquinas tienen la sorprendente capacidad de cruzar la barrera hematoencefálica (BHE), un tejido protector que resguarda al cerebro de sustancias dañinas. La barrera hematoencefálica funciona como una especie de 'super filtro' que selecciona cuidadosamente qué moléculas pueden ingresar a nuestro cerebro.

Al pasar por la BHE, la irisina y la catepsina B ayudan a que se produzca el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF). A esta molécula, a veces llamada el "fertilizante neuronal", le encanta apoyar el crecimiento de las neuronas, fortalecer sus conexiones (las sinápsis) y promover la formación de nuevas neuronas.

Así, cada vez que haces ejercicio, no solo fortaleces tus músculos, sino también tu cerebro (Figura 1).

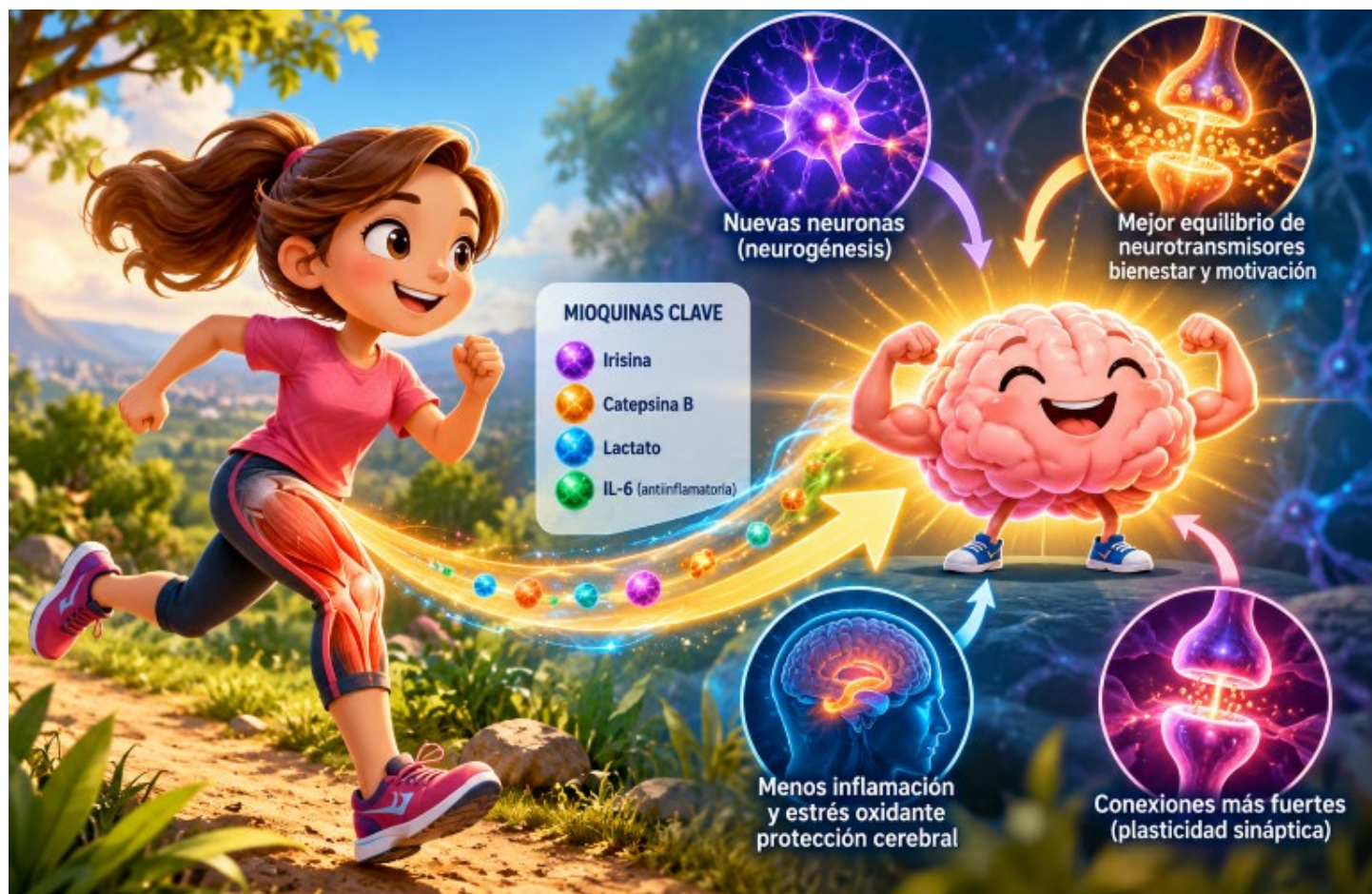


Figura 1: Cuando te mueves, tu cerebro también se entrena. Los músculos envían señales al cerebro que provocan cambios en él.

El movimiento genera nuevas neuronas: la neurogénesis

Uno de los descubrimientos más emocionantes de las últimas décadas sobre el cerebro es que, en realidad, el cerebro de los adultos puede generar nuevas neuronas. Durante mucho tiempo se creyó que nacíamos con un número fijo de neuronas y que no había mucho que hacer ante su inevitable pérdida con el paso del tiempo, pero ahora sabemos que el hipocampo, una estructura en forma de caballito de mar ubicada en el cerebro, mantiene la capacidad de producir nuevas células nerviosas a lo largo de toda nuestra vida.

Hacer ejercicio es una excelente forma de estimular la neurogénesis en el hipocampo. Cuando nos movemos, los músculos liberan irisina, que llega al cerebro y activa el BDNF para fomentar la creación y maduración de nuevas neuronas. Además, ayuda a formar nuevos vasos sanguíneos, asegurando que el cerebro reciba suficiente oxígeno y nutrientes. Todo esto significa un cerebro más energizado, listo para aprender, memorizar y pensar con claridad.

Las personas que son físicamente activas generalmente tienen una memoria más sólida, una mente más ágil y una mayor facilidad para aprender cosas nuevas. Además, la neurogénesis no solo ayuda a renovar el cerebro, sino que también lo hace más eficiente, enriqueciendo así nuestro bienestar general.

Los neurotransmisores: la química del bienestar

Quizás alguna vez has pensado en salir a correr, y aunque al principio puede costarte empezar, una vez que lo logras, sientes una alegría que parece no tener explicación. Esto se llama “runner’s high” o “euforia del corredor”, y es el efecto de una combinación de neurotransmisores que se liberan durante el ejercicio.

Durante la actividad física, tu cerebro libera más de algunas moléculas que seguramente te resultan familiares:

- Dopamina, asociada con la motivación y la recompensa.
- La serotonina regula el sueño, el estado de ánimo y la sensación de bienestar.
- Endorfinas son analgésicos que secretan nuestro cerebro; generan placer y reducen el dolor.
- Endocannabinoides son moléculas similares al cannabis; sí, leíste bien: al cannabis. Estas inducen calma y euforia.

El resultado es una sensación de claridad mental, euforia y bienestar general.

Además, al practicar ejercicio regularmente, ayudas a equilibrar tu cerebro de una manera muy positiva. Eleva los niveles de dopamina y serotonina, mejora la comunicación entre las células cerebrales y disminuye el cortisol, esta “hormona del estrés” que a veces nos perjudica. ¡Es como un entrenamiento para tu cerebro que lo hace más fuerte frente a la depresión, la ansiedad y el agotamiento emocional!

Nuestro cerebro se adapta: plasticidad sináptica

Nuestros pensamientos, recuerdos y memorias dependen de la comunicación entre neuronas. La sinapsis es la forma en que las células nerviosas pueden transmitir un mensaje entre ellas o hacia otro órgano o tejido, por ejemplo, el músculo. Esta comunicación se realiza mediante impulsos eléctricos y químicos. La calidad de esas conexiones, es decir, su número, su fuerza y su flexibilidad, determinará nuestra capacidad para aprender, memorizar o resolver problemas.

La plasticidad sináptica es la capacidad del cerebro para modificar esas conexiones nerviosas según la experiencia que estemos viviendo. El ejercicio físico aumenta esa plasticidad mediante el BDNF, que no solo ayuda a crear nuevas neuronas, sino que también fortalece y mejora la calidad de las conexiones ya existentes. Esto hace que la comunicación entre neuronas sea mucho más rápida y eficiente.

En pocas palabras, el ejercicio regular ayuda a generar más opciones para resolver un problema y a pensar más rápido en soluciones. También se ha observado que las personas que practican algún deporte con regularidad son más resilientes, es decir, afrontan mejor las situaciones adversas, el estrés o el trauma. ¡Te vuelves más ágil mentalmente, hablando!

El ejercicio como defensa ante el envejecimiento del cerebro

Estrés oxidante:

el desbalance es nuestro enemigo

El cerebro representa solo alrededor del 2 % de nuestro peso corporal, ¡pero también es el órgano que más oxígeno usa! Consume aproximadamente un 20 % de todo el oxígeno en nuestro cuerpo, lo que hace que produzca muchas moléculas inestables llamadas radicales libres. Estas moléculas pueden reaccionar con diferentes partes de nuestras células, como proteínas, grasas y nuestro propio ADN, dañándose y haciendo que no funcionen tan bien. En nuestro cerebro, estos radicales libres pueden atacar las membranas neuronales o proteínas importantes para facilitar la comunicación entre las células nerviosas, lo que puede afectar su funcionamiento.

El estrés oxidativo ocurre cuando hay un desequilibrio entre la cantidad de radicales libres que se producen y la capacidad que tiene nuestro cuerpo para manejarlos. ¡Pero no te preocupes! Nuestro cuerpo cuenta con proteínas especiales llamadas enzimas antioxidantes, que son muy específicas y se encargan de neutralizar solo un tipo de radical libre, transformándolo en algo inofensivo, como el agua. Algunas de estas enzimas maravillosas incluyen la superóxido dismutasa, la catalasa y la glutatión peroxidasa.

El ejercicio actúa como una especie de “entrenador” frente al estrés oxidativo, generando un “estrés oxidativo controlado” que favorece la producción de más enzimas antioxidantes. Esto se logra gracias al estímulo de una molécula llamada Nrf2, que envía una señal a la célula para que se produzcan más de estas enzimas que nos protegen. Así, se aumenta la defensa antioxidante no solo del cerebro sino de todo el cuerpo.

Con el ejercicio, el cerebro se vuelve más resistente al esfuerzo físico y al estrés metabólico.

La inflamación: ¿aliada o enemiga?

Cuando nuestro cuerpo detecta una amenaza, activa un mecanismo de defensa llamado inflamación. En este proceso, se liberan sustancias químicas que “llaman” a las células del sistema inmune para que acudan y eliminen la fuente de la amenaza, lo que también favorece la regeneración de los tejidos. Cuando todo está en orden, estas sustancias dejan de secretar y la inflamación desaparece. Pero a veces, esta inflamación puede volverse crónica y convertirse en un enemigo invisible que nos afecta sin que nos demos cuenta.

En el cerebro, la inflamación persistente activa la microglía, la célula inmune encargada de proteger nuestras neuronas. Cuando la microglía se activa de manera crónica, libera muchas citocinas proinflamatorias,

como la IL- β o el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α); estas, con el tiempo, pueden acabar dañando nuestras neuronas en lugar de ayudarlas, lo que muestra cómo la inflamación prolongada puede afectar nuestra salud cerebral.

Esta “inflamación de bajo grado” está relacionada con el deterioro cognitivo, la depresión y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el párkinson.

Durante el ejercicio, el músculo libera una molécula muy especial llamada IL-6. Esta citocina tiene una función dual: en momentos de inactividad o enfermedad, puede promover inflamación, pero cuando se libera durante la actividad física, su papel cambia y ayuda a reducir esa inflamación. Esta versión antiinflamatoria de la IL-6 impulsa a otras moléculas como la IL-10, que ayudan a controlar la inflamación en todo el cuerpo.

De esta manera, el ejercicio ayuda a que tu sistema inmunológico no reaccione de forma exagerada; así, mantiene la inflamación en niveles adecuados y saludables.

El estrés oxidante y la inflamación crónica pueden acelerar el envejecimiento del cerebro, pero la actividad física regular ayuda a mantenerlo joven y saludable, además de protegernos contra enfermedades neurodegenerativas.

El ejercicio no solo cambia tu cuerpo, sino que también transforma tu cerebro. Cada vez que corres, saltas o levantas peso, envías señales químicas que fortalecen tus neuronas, equilibran tu química cerebral y protegen tu salud mental (Figura 2).



Referencias

Burtscher, J., Millet, G. P., Place, N., Kayser, B., & Zanou, N. (2021). The Muscle-Brain Axis and Neurodegenerative Diseases: The Key Role of Mitochondria in Exercise-Induced Neuroprotection. *International journal of molecular sciences*, 22(12), 6479. <https://doi.org/10.3390/ijms22126479>

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>

Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*, 30(9), 464–472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>

Gomez-Pinilla, F., & Hillman, C. (2013). The influence of exercise on cognitive abilities. *Comprehensive Physiology*, 3(1), 403–428. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110063>

Wrann, C. D., White, J. P., Salogiannis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J., Ma, D., Lin, J. D., Greenberg, M. E., & Spiegelman, B. M. (2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 pathway. *Cell metabolism*, 18(5), 649–659. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.09.008>

Sobre los autores

M.C. Koré Montserrat Moreno Calderón. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, su proyecto se centra en el efecto del ejercicio y el dióxido de nitrógeno en el tejido adiposo en la obesidad, adscrita al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: 0935000j@umich.mx

D.C. Rocío del Carmen Montoya Pérez. Profesora e investigadora titular de tiempo completo, cuyas líneas de investigación analizan el tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas con fármacos y ejercicio, adscrita al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: rocio.montoya@umich.mx.

MOLÉCULAS Y MENTE.

ALCANCES Y LÍMITES DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR PARA COMPRENDER LA SALUD MENTAL

José Francisco Montiel Sosa
y María Magdalena Sarraute Requesens



Resumen

Este artículo de divulgación explora qué puede aportar la biología molecular a la comprensión de la salud mental y, al mismo tiempo, dónde se encuentran los límites de ese aporte. Lo escribimos desde la biología molecular, con plena conciencia de que la psicología, la psiquiatría y las ciencias sociales poseen saberes propios que no nos corresponde suplantar. Para ello recorreremos cinco territorios: el primero es la genética de los padecimientos mentales y la llegada de los estudios de asociación del genoma completo; el segundo, la epigenética y la huella molecular que deja la experiencia temprana. En tercer lugar, revisamos la hipótesis del desequilibrio químico y la evaluación reciente de la teoría serotoninérgica de la depresión; en cuarto lugar, reunimos el estrés, el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, la inflamación y la comunicación química entre el intestino y el cerebro; y, finalmente, abordamos la crítica al reduccionismo y la relevancia de los determinantes sociales. A lo largo del recorrido sostenemos que las moléculas forman parte indispensable de la historia del sufrimiento psíquico y que esa historia se escribe, a la vez, con la biografía, la cultura, la pobreza, la violencia y los vínculos. Por último, es producto de un proyecto PAPIME sobre la enseñanza de la biología molecular de la UNAM (PE201425), por ello, el texto se dirige a estudiantes de bachillerato y de licenciatura, de modo que busca ofrecerles herramientas para leer con espíritu crítico las noticias que prometen haber encontrado “el gen” o “la molécula” de un trastorno.

1. Introducción

Por qué una bióloga molecular se atreve a hablar de salud mental

Cada semana aparece en redes sociales un titular que promete revelar el secreto químico de la tristeza, el gen de la ansiedad o la bacteria intestinal que explica la depresión. Muchas de esas notas citan investigaciones reales; sin embargo, las simplifican hasta hacerlas irreconocibles. Por eso, quienes trabajan en biología molecular suelen sentirse aludidos, ya que su lenguaje (genes, receptores, metilación, neurotransmisores) se ha convertido en la moneda de cambio con la que la cultura contemporánea intenta explicar el malestar psíquico. Así, este artículo nace de esa incomodidad y de una pregunta honesta. ¿Qué sabemos realmente, desde el laboratorio, sobre la relación entre las moléculas y la salud mental, y qué damos por sabido sin suficiente evidencia?

Ahora bien, conviene aclarar que el artículo aborda la biología molecular, que estudia cómo se replica el ADN, cómo se transcribe un gen y cómo una proteína cambia de forma al unirse a otra molécula; carecemos, en cambio, de formación clínica en psicología o psiquiatría, y por eso este texto evita cualquier recomendación diagnóstica o terapéutica. Nuestro propósito es, entonces, más modesto y, a la vez, necesario, pues queremos mostrar a estudiantes de bachillerato y de licenciatura cómo se construye el conocimiento biomolecular sobre la mente,

qué preguntas responde con solidez, cuáles responde a medias y cuáles quedan fuera de su alcance. Asimismo, reconocemos que la psicología y la psiquiatría tienen tradiciones teóricas, métodos y responsabilidades éticas que merecen respeto; en consecuencia, un diálogo interdisciplinario fecundo exige que cada disciplina reconozca tanto su potencial como sus límites.

El tema importa, además, porque la salud mental atraviesa la vida de millones de personas. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recuerda que “La salud mental es mucho más que la ausencia de enfermedad: es una parte intrínseca de nuestra salud y bienestar individuales y colectivos” (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022, p. v). El mismo informe ofrece, a su vez, una cifra que obliga a detenerse, pues señala que “Aproximadamente una de cada ocho personas en el mundo sufre algún trastorno mental” (OMS, 2022, p. 3). Si trasladamos esa proporción a un salón de clases de cuarenta estudiantes, equivale a cinco personas; hablamos, entonces, de compañeras, amigos, familiares y docentes, y también, con mucha probabilidad, de nosotras mismas en algún momento de la vida.

Frente a una realidad tan extendida, resulta comprensible el deseo de encontrar explicaciones claras. De hecho, la biología molecular ofrece algo muy atractivo: la promesa de causas tangibles, medibles y localizables; si la depresión fuera la falta de una molécula, bastaría con reponerla, y si la esquizofrenia dependiera de un gen defectuoso, bastaría con identificarlo. Esa promesa ha impulsado inversiones gigantescas, programas de inves-

tigación de décadas de duración y campañas publicitarias de la industria farmacéutica, y también ha dado lugar a hallazgos valiosos. Sin embargo, como veremos a lo largo del texto, los datos más robustos de las últimas dos décadas dibujan un panorama mucho más complejo, en el que los genes actúan en enjambres, la experiencia deja huellas químicas en la cromatina, el estrés social atraviesa el sistema inmunitario y la pobreza y la violencia pesan tanto como cualquier variante del ADN.

En esta línea, el psicólogo Marino Pérez Álvarez ha advertido sobre los riesgos de una mirada centrada exclusivamente en el cerebro. Su planteamiento resulta útil para enmarcar este artículo, ya que propone un equilibrio que compartimos al sostener que “Los fenómenos psicopatológicos son condiciones humanas complejas que requieren la consideración de múltiples aspectos, entre ellos los neurobiológicos, pero no su reducción a estos” (Pérez Álvarez, 2011, p. 99). Esta frase contiene, por tanto, la tesis central de nuestro recorrido; los aspectos neurobiológicos y moleculares existen, importan y pueden estudiarse con rigor, mientras que lo problemático es convertirlos en la explicación única o última del sufrimiento humano.

De ahí que adoptemos una postura crítica, entendida en su sentido académico. Criticar significa examinar los supuestos, las evidencias y los intereses que sostienen una afirmación científica; por ello, una postura crítica reconoce los avances de la investigación y, al mismo tiempo, pregunta quién financia, quién se beneficia, qué queda fuera del encuadre y qué consecuencias tiene una

explicación para las personas que la reciben. De este modo, esta actitud protege a la ciencia de sus propias modas y, a su vez, a la sociedad de promesas exageradas.

Con este propósito, el artículo se organiza en siete apartados posteriores a esta introducción. Primero repasamos, de manera accesible, los conceptos básicos que conectan los genes con las neuronas; después analizamos qué nos dicen los estudios genéticos, desde los gemelos hasta los análisis del genoma completo, y por qué fracasó la búsqueda de genes candidatos para la depresión. En seguida exploramos la epigenética, el campo que estudia cómo la experiencia modifica el funcionamiento de los genes, y luego revisamos la famosa hipótesis del desequilibrio químico junto con la evidencia reciente sobre la serotonina. Más adelante abordamos el estrés, la inflamación y el eje intestino-cerebro; posteriormente, dedicamos un apartado a las críticas al reduccionismo y a los determinantes sociales de la salud mental, y cerramos con implicaciones para la educación y algunas conclusiones abiertas.

2. Del ADN a la sinapsis. Un mapa mínimo para no perderse

Antes de discutir los hallazgos y las controversias, conviene establecer un vocabulario común. Quien estudia biología en bachillerato conoce el llamado dogma central de la biología molecular, según el cual el ADN guarda instrucciones, esas instrucciones se

copian en moléculas de ARN mensajero mediante la transcripción y, posteriormente, el ARN mensajero se traduce en proteínas en los ribosomas. Las proteínas, a su vez, hacen casi todo el trabajo de la célula; forman canales en la membrana, actúan como enzimas, transportan moléculas, reciben señales y regulan la actividad de otros genes.

Para el aula, una imagen útil es pensar en el genoma como una enorme biblioteca de recetas. Cada célula del cuerpo humano guarda prácticamente la misma biblioteca; sin embargo, cada tipo celular consulta recetas distintas. Así, una neurona del hipocampo, una célula del hígado y un linfocito comparten el mismo ADN y, aun así, se ven y se comportan de manera muy diferente, porque leen diferentes páginas, en diferentes momentos y con distinta intensidad. A esa lectura selectiva la llamamos expresión génica. Dado que todas las personas compartimos los mismos genes con pequeñas variaciones, la pregunta interesante para la salud mental se refiere a cuándo, dónde y cuánto se expresa un gen, y a qué factores modulan esa expresión.

Por su parte, las neuronas son células especializadas en comunicarse, y lo hacen mediante impulsos eléctricos que recorren su membrana y mediante señales químicas que liberan en las sinapsis, es decir, en los pequeños espacios de contacto entre una neurona y otra. Cuando el impulso llega al extremo de la neurona presináptica, esta libera neurotransmisores como la serotonina, la dopamina, el glutamato o el GABA; luego, esas moléculas cruzan el espacio sináptico y se unen a receptores, que son proteínas

incrustadas en la membrana de la neurona siguiente. Finalmente, la unión del neurotransmisor a su receptor abre canales, activa cascadas de señalización intracelular y, en muchos casos, termina por modificar la expresión génica en el núcleo.

Ahora bien, para que la comunicación sea precisa, el neurotransmisor debe retirarse del espacio sináptico tras actuar, y aquí entran en juego otras proteínas fundamentales: los transportadores. El caso de la serotonina sirve de ejemplo y, además, nos acompañará más adelante. Como explican Moncrieff et al. (2023), “La proteína transportadora de serotonina (SERT) transporta la serotonina fuera de la sinapsis, con lo que reduce la disponibilidad de serotonina en la sinapsis” (p. 3252). Muchos antidepresivos de uso común actúan precisamente sobre esta proteína; por ello conviene retener esta información, ya que la relación entre el blanco de un fármaco y la causa de un padecimiento será uno de los nudos críticos de este artículo.

Las neuronas también reciben mensajes que provienen del exterior del sistema nervioso, y las hormonas son un ejemplo clásico de ello. El cortisol, la hormona que nuestro cuerpo libera ante el estrés, viaja por la sangre hasta el cerebro. En este punto, Pablo Martino describe con claridad lo que ocurre a nivel molecular cuando esta hormona alcanza a una neurona, pues señala que “el cortisol logra ingresar al interior neuronal y unirse a receptores intracelulares, conformando el complejo esteroide-receptor y promoviendo la transcripción de genes específicos” (Martino, 2014, p. 66). Esta frase encierra, por consiguiente, una lección enorme para quien se

inicia en el tema; una experiencia vivida por la persona, como una amenaza, una pérdida o una situación de violencia sostenida, puede traducirse en una señal química que entra al núcleo de una célula nerviosa y cambia qué genes se leen. De este modo, la experiencia y la molécula forman parte de una misma cadena de acontecimientos.

Este último punto merece subrayarse porque desmonta una oposición muy arraigada en la cultura escolar, aquella que separa lo biológico de lo psicológico y de lo social como si fueran mundos sin contacto. En realidad, el cuerpo humano funciona en varios niveles de organización que se influyen mutuamente, los cuales podemos enumerar de lo más pequeño a lo más amplio.

1. Moléculas, como el ADN, el ARN, las proteínas, las hormonas y los neurotransmisores.
2. Células, como las neuronas, la glía y las células del sistema inmunitario.
3. Circuitos y redes neuronales que conectan regiones del cerebro.
4. Organismo completo, con su sistema endocrino, inmunitario y digestivo en diálogo permanente con el cerebro.
5. Persona, con su historia, sus emociones, sus pensamientos y sus vínculos.
6. Comunidad y sociedad, con sus condiciones materiales, su cultura, sus desigualdades y sus instituciones.

Como es sabido, la biología molecular trabaja con mayor comodidad en los dos primeros niveles, donde dispone de herramientas muy potentes, como la secuenciación

del ADN, la medición de ARN mensajero, la cuantificación de proteínas o la edición genética en modelos animales. El problema surge, sin embargo, cuando se intenta explicar lo que ocurre en los niveles superiores apelando únicamente a los inferiores. Una analogía musical puede ayudar a entenderlo; conocer con detalle la física de las cuerdas de un violín resulta indispensable para fabricar buenos instrumentos, aunque resulta insuficiente para comprender por qué una pieza nos conmueve, qué tradición la produjo o por qué se interpreta en un funeral y no en una fiesta. Por ello, cada nivel requiere sus propias preguntas y métodos.

Además, dos conceptos serán útiles en los apartados siguientes. El primero es el de la variante genética: el ADN de dos personas difiere aproximadamente en uno de cada mil pares de bases, y algunas de esas diferencias, llamadas polimorfismos de un solo nucleótido o SNP por sus siglas en inglés, son muy comunes en la población y tienen efectos mínimos, mientras que otras son raras y pueden tener efectos mayores. El segundo concepto es el de heredabilidad, que con frecuencia se malinterpreta. Se trata de una medida estadística que estima qué proporción de la variación de un rasgo en una población determinada se asocia con la variación genética de esa población; así, una heredabilidad alta indica que, en ese grupo y en ese ambiente, las diferencias genéticas explican buena parte de las diferencias observadas. Ahora bien, la heredabilidad describe poblaciones y depende del ambiente en el que se mide; por eso resulta impropio afirmar que el padecimiento de una persona concreta sea “ochenta por

ciento genético”, y tampoco sirve para predecir el destino de nadie.

Con este mapa mínimo podemos, entonces, adentrarnos en el primer gran territorio, el de los genes, donde encontraremos una de las historias más interesantes, y más aleccionadoras, de la ciencia biomédica reciente.

3. Genes y salud mental. De los gemelos al genoma completo

Durante buena parte del siglo XX, la principal evidencia sobre la participación de los genes en los padecimientos mentales provino de estudios con familias, personas adoptadas y gemelos. La lógica de los estudios con gemelos es elegante; los gemelos monocigóticos, que provienen de un mismo óvulo fecundado, comparten prácticamente todo su ADN, mientras que los dicigóticos comparten, en promedio, la mitad de sus variantes, como cualquier par de hermanos. Por consiguiente, si un rasgo coincide con mayor frecuencia entre gemelos monocigóticos que entre dicigóticos, se infiere que las diferencias genéticas contribuyen a ese rasgo.

En el caso de la esquizofrenia, los datos acumulados son contundentes y, al mismo tiempo, reveladores de sus propios límites. Pablo Gejman y Alan Sanders, investigadores en genética psiquiátrica, resumen la evidencia al afirmar que “La concordancia de la esquizofrenia de los gemelos homocigóticos es 40-50%” (Gejman y Sanders, 2012, p. 229).

Esta cifra suele leerse como prueba del peso de los genes, y en efecto lo es; sin embargo, conviene invertir la mirada. Si dos personas con un ADN prácticamente idéntico coinciden en el diagnóstico solo en la mitad de los casos, entonces algo distinto en la secuencia del ADN explica la otra mitad. Al respecto, los propios autores ofrecen una pista molecular al señalar que “La concordancia incompleta puede ser explicada por mecanismos epigenéticos (modificaciones heredables de las propiedades químicas del ADN que no involucran cambios de secuencia)” (Gejman y Sanders, 2012, p. 229), tema al que volveremos en el siguiente apartado.

Más tarde, con la llegada de las tecnologías de secuenciación y genotipado masivo, la investigación pasó de las familias a las moléculas. La primera estrategia fue la de los genes candidatos, en la que se elegía un gen con base en una hipótesis biológica razonable, por ejemplo, el del transportador de serotonina o el de una enzima que degrada la dopamina, y se comparaba la frecuencia de sus variantes entre personas con y sin diagnóstico. Esta estrategia tenía sentido en su momento, puesto que se basaba en lo que se creía saber sobre los neurotransmisores; de hecho, durante dos décadas se publicaron cientos de estudios de este tipo, muchos de ellos con resultados llamativos.

Uno de los ejemplos más célebres fue la hipótesis de que una variante en la región promotora del gen del transportador de serotonina, conocida como 5-HTTLPR, aumentaba el riesgo de depresión en personas expuestas a eventos vitales estresantes. Un estudio publicado en 2003 se convirtió en uno de los

artículos más citados de la psiquiatría de su época y, con ello, en material de referencia en muchos libros de texto; la idea resultaba atractiva porque combinaba gen y ambiente en una fórmula sencilla. No obstante, con el paso de los años los intentos de replicación arrojaron resultados contradictorios.

La respuesta más contundente llegó en 2019, cuando Richard Border y su equipo analizaron dieciocho genes candidatos para la depresión, cada uno estudiado al menos diez veces en la literatura previa, utilizando muestras de cientos de miles de personas. Su conclusión fue clara, pues afirmaron que “los resultados sugieren que las primeras hipótesis sobre los genes candidatos para la depresión eran incorrectas y que el gran número de asociaciones reportadas en la literatura sobre genes candidatos para la depresión probablemente corresponde a falsos positivos” (Border et al., 2019, p. 376). Posteriormente, una revisión paraguas centrada en el sistema serotoninérgico llegó a una conclusión convergente al señalar que: “Los estudios genéticos de alta calidad y con potencia estadística suficiente excluyen de manera efectiva una asociación entre los genotipos relacionados con el sistema de serotonina y la depresión, incluida la interacción propuesta con el estrés” (Moncrieff et al., 2023, p. 3253).

¿Qué salió mal? La explicación tiene mucho de estadística y bastante de sociología de la ciencia. Por un lado, las muestras de los estudios iniciales eran pequeñas, de cientos de personas, y los efectos que se buscaban eran minúsculos; en esas condiciones, el azar produce con facilidad asociaciones apa-

rentes que luego no se replican. Por otro lado, a ello se sumaron el sesgo de publicación, es decir, la tendencia de las revistas a publicar resultados positivos e ignorar los negativos, y el entusiasmo de una comunidad convencida de que encontraría genes con efectos grandes. Esta historia constituye, por tanto, una lección valiosa para estudiantes de ciencias, ya que un resultado publicado, incluso en una revista prestigiosa, es una pieza de evidencia provisional que requiere replicación independiente con muestras grandes y métodos rigurosos.

La estrategia que sustituyó a los estudios de genes candidatos se conoce como estudio de asociación de genoma completo, o GWAS por sus siglas en inglés. En lugar de partir de una hipótesis, el GWAS examina cientos de miles o millones de variantes repartidas por todo el genoma y busca cuáles aparecen con mayor frecuencia en personas con un diagnóstico; además, para evitar falsos positivos exige umbrales estadísticos muy estrictos y muestras enormes, reunidas mediante consorcios internacionales. Sus resultados han transformado nuestra comprensión del problema, tal como lo expresan con precisión Gejman y Sanders al afirmar que “Los resultados de GWAS y de los estudios epidemiológicos sugieren un modelo poligénico de la esquizofrenia, numerosos loci en el genoma humano, cada uno con efecto individual muy pequeño, incluso infinitesimal, e incrementan en el agregado el riesgo de enfermedad en forma substancial” (Gejman y Sanders, 2012, p. 229).

La palabra clave es, entonces, poligénico. Los padecimientos mentales comunes

se asocian con cientos o miles de variantes, cada una de las cuales modifica el riesgo de forma casi imperceptible; además, muchas de esas variantes se comparten entre diagnósticos distintos, un fenómeno llamado pleiotropía. Para el aula, una imagen sencilla sería la de una lluvia muy fina, compuesta por millones de gotas diminutas, en la que cada gota apenas humedece y, sin embargo, la suma de todas puede empapar. En consecuencia, esta arquitectura genética resulta incompatible con la idea popular del “gen de la depresión” o del “gen de la esquizofrenia”.

Este avance es real y, a la vez, plantea nuevas preguntas. Los GWAS señalan regiones del genoma; sin embargo, la mayoría de las variantes asociadas se ubican en regiones no codificantes, por lo que aún resulta difícil determinar qué función desempeñan. En este sentido, Gejman y Sanders advierten que “Uno de los desafíos importantes de la psiquiatría genética es la traducción de las asociaciones estadísticas detectadas en estudios de genoma completo en una mejor comprensión fisiopatológica de la esquizofrenia” (2012, p. 227) y, con honestidad, reconocen también que “nuestro conocimiento de la genética de la esquizofrenia es todavía muy embrionario y el porcentaje de la heredabilidad que es explicado por mapeo de loci individuales es pequeña” (Gejman y Sanders, 2012, p. 232).

Desde una mirada crítica, este panorama deja al menos tres enseñanzas. La primera es que los genes contribuyen a la vulnerabilidad a los padecimientos mentales, aunque esa participación es difusa, probabilística y entrelazada con el ambiente. La segunda es

que los resultados genéticos describen tendencias poblacionales y carecen de capacidad para predecir el destino individual; de hecho, las llamadas puntuaciones de riesgo poligénico, que suman el efecto de muchas variantes, explican hoy una fracción modesta de la variación, y su uso clínico sigue en debate. La tercera enseñanza, por su parte, es ética, puesto que cuando un discurso social presenta el sufrimiento psíquico como algo escrito en los genes corre el riesgo de alimentar el fatalismo, el estigma hacia las familias e incluso viejas ideas eugenésicas. Significativamente, los mismos autores que han impulsado la genética psiquiátrica reconocen que “Poco es sabido sobre la posible interacción de factores genéticos y no-genéticos y no hay una teoría unificada de la esquizofrenia que explique los factores de riesgo conocidos” (Gejman y Sanders, 2012, pp. 228-229). Esa humildad epistémica debería, por consiguiente, acompañar cualquier divulgación sobre el tema.

4. Epigenética. Cuando la experiencia deja marcas químicas

Si el genoma es una biblioteca de recetas, la epigenética estudia los marcadores, los subrayados y las notas adhesivas que indican qué recetas se consultan y cuáles permanecen cerradas. Aunque el término fue acuñado a mediados del siglo XX, su auge experimental es reciente. Para iniciar, Pablo Martino y Eduardo Audisio ofrecen una defi-

nición clara según la cual “Desde el punto de vista conceptual la epigenética es concebida como el estudio de los cambios permanentes y heredables en la regulación de la expresión génica, sin llegar a representar ello una modificación en la secuencia de nucleótidos del ADN” (Martino y Audisio, 2016, p. 256).

Entre los mecanismos epigenéticos, tres son los mejor estudiados. El primero es la metilación del ADN, que consiste en la adición de un pequeño grupo químico (un grupo metilo) a ciertas citosinas del ADN, generalmente en regiones que regulan la expresión de los genes; así, cuando la región promotora de un gen está altamente metilada, ese gen suele expresarse menos. El segundo mecanismo involucra a las histonas, unas proteínas alrededor de las cuales se enrolla el ADN como un hilo en un carrete, de modo que ciertas modificaciones químicas de las histonas compactan o relajan la cromatina y, con ello, dificultan o facilitan la lectura de los genes. El tercero, por último, incluye moléculas de ARN que no codifican proteínas y regulan la expresión de otros genes. En síntesis, para una estudiante de bachillerato bastaría con recordar que la secuencia del ADN se mantiene igual mientras que su lectura cambia.

Ahora bien, la razón por la que la epigenética ha despertado tanto interés en la salud mental es que ofrece un puente material entre la experiencia y la biología. Una línea de investigación iniciada en roedores mostró que el tipo de cuidado materno que recibían las crías durante sus primeros días modificaba la metilación de un gen clave para la respuesta al estrés: el del receptor de glu-

cocorticoides. Este receptor permite que el cortisol (o su equivalente en la rata) frene la respuesta al estrés una vez que la amenaza ha pasado. Martino resume el hallazgo y su extensión a humanos al señalar que “condiciones ambientales hostiles inmediatamente anteriores o posteriores al nacimiento (adversidad temprana) pueden provocar la metilación del gen promotor de los receptores cerebrales GR” (Martino, 2014, p. 68), y luego añade el mecanismo al explicar que “La metilación ‘silencia’ la expresión del gen promotor de receptores GR, lo cual se traduce en una disminución en la cantidad total de los mencionados receptores” (Martino, 2014, p. 68).

El paso de la rata al ser humano se documentó en un estudio publicado en 2009 por Patrick McGowan y colaboradores, quienes analizaron tejido cerebral obtenido tras el fallecimiento del animal. Para ello, compararon el hipocampo de personas que murieron por suicidio y tenían antecedentes de abuso en la infancia con el de personas que murieron por suicidio sin esos antecedentes y con el de personas fallecidas por otras causas, doce en cada grupo. En el grupo con historia de abuso encontraron menos ARN mensajero del receptor de glucocorticoides y, además, mayor metilación de una región promotora de su gen; por ello, los autores concluyeron que sus resultados “trasladan resultados previos de la rata a los humanos y sugieren un efecto común del cuidado parental sobre la regulación epigenética de la expresión del receptor de glucocorticoides en el hipocampo” (McGowan et al., 2009, p. 342).

Este tipo de estudios resulta conmovedor para quien trabaja en un laboratorio, porque muestra que las relaciones humanas tempranas tienen consecuencias moleculares medibles; así, la violencia, el abandono o el cuidado sensible dejan huellas que la química puede detectar. Martino y Audisio sintetizan la idea al señalar que “Condiciones socio-afectivas adversas en etapas tempranas de la vida conllevan ‘marcas’ epigenéticas que predisponen a una respuesta de estrés menos regulada durante la vida adulta” (2016, p. 256). La adversidad social, entonces, se convierte en biología, y este hallazgo tiene una consecuencia política relevante, ya que fortalece los argumentos a favor de proteger a la infancia y de garantizar condiciones dignas de crianza como asunto de salud pública.

Ahora bien, una postura crítica obliga a moderar el entusiasmo en varios frentes. En primer lugar, muchos estudios epigenéticos en humanos tienen muestras pequeñas, como el de McGowan et al. (2009), con treinta y seis personas en total; sus resultados son valiosos como punto de partida, aunque requieren replicación con muestras más grandes. En segundo lugar, el tejido cerebral humano solo puede estudiarse después de la muerte, de modo que la mayoría de las investigaciones en personas vivas miden la metilación en sangre o en saliva; y, como la epigenética es específica de cada tejido, la metilación de una célula de la sangre puede decir poco sobre lo que ocurre en una neurona. En tercer lugar, la metilación es dinámica y potencialmente reversible, por lo que hablar de “marcas” ayuda a la divulgación, aunque puede sugerir una permanencia que los datos respaldan solo en algunos casos.

Existe, además, un riesgo cultural que merece atención. La investigación sobre el cuidado materno en roedores ha sido trasladada con demasiada ligereza a discursos que responsabilizan a las madres de la salud mental de sus hijos; por ello, desde una perspectiva crítica y con sensibilidad de género, conviene recordar que el cuidado infantil ocurre en condiciones materiales concretas. Una madre que trabaja jornadas extenuantes, vive en situación de violencia o carece de redes de apoyo enfrenta obstáculos estructurales que ninguna intervención individual puede resolver. Así, la epigenética, bien entendida, desplaza la responsabilidad del individuo hacia las condiciones sociales en las que se cría y se vive; leída de manera reduccionista, en cambio, puede convertirse en una nueva forma de culpar a las personas por su biología.

Un último aspecto suele aparecer en titulares sensacionalistas, el de la herencia epigenética transgeneracional, es decir, la posibilidad de que marcas adquiridas por una generación pasen a la siguiente a través de los gametos. Si bien en algunos organismos modelo existen evidencias de este fenómeno, en los seres humanos la evidencia sigue siendo limitada y difícil de separar de la transmisión social, porque las familias también comparten entornos, hábitos, pobreza o bienestar. Conviene, por tanto, recibir con cautela afirmaciones del tipo “el trauma de tus abuelos está en tu ADN”.

En suma, la epigenética representa uno de los aportes más fecundos de la biología molecular al diálogo con las ciencias de la mente, porque obliga a pensar en términos de

interacción y de historia; los genes aparecen como un repertorio abierto que el ambiente modula a lo largo de la vida. Esta lección, a su vez, prepara el terreno para examinar una de las ideas más difundidas sobre la química del ánimo, la del desequilibrio químico.

5. ¿Un desequilibrio químico? La historia de la serotonina

Pocas ideas científicas han tenido tanto éxito fuera del laboratorio como la de que la depresión se debe a un “desequilibrio químico” en el cerebro y, en particular, a la falta de serotonina. Muchas personas la han escuchado en un consultorio, en un anuncio o en una conversación familiar; de hecho, su popularidad está documentada, pues Moncrieff et al. (2023) informan que “Las encuestas sugieren que el 80% o más del público general cree actualmente que está establecido que la depresión es causada por un ‘desequilibrio químico’” (p. 3243).

¿De dónde surgió esta idea? La hipótesis de que una disminución de serotonina se relaciona con la depresión se formuló en la década de 1960, aunque su difusión masiva llegó en los años noventa con la comercialización de los inhibidores selectivos de la recaptura de serotonina (ISRS), un grupo de antidepresivos que bloquean la proteína transportadora SERT descrita en el apartado 2. El razonamiento que sostuvo la popularidad de la hipótesis puede resumirse de la siguiente manera; si un fármaco que aumen-

ta la serotonina en la sinapsis alivia la depresión, entonces la depresión debería deberse a una falta de serotonina. Precisamente, Moncrieff et al. (2023) describen este razonamiento al señalar que “Con frecuencia se asume que los efectos de los antidepresivos demuestran que la depresión debe estar causada, al menos parcialmente, por una anomalía química cerebral, y que la aparente eficacia de los ISRS muestra que la serotonina está implicada” (p. 3244).

Desde la lógica científica, sin embargo, este razonamiento presenta un problema serio, puesto que el alivio de un síntoma mediante un fármaco deja abierta la pregunta sobre su causa. Una analogía cotidiana ayuda a verlo; la aspirina alivia el dolor de cabeza, y a nadie se le ocurriría concluir que el dolor de cabeza se debe a una deficiencia de aspirina. Del mismo modo, el alcohol reduce la timidez en muchas personas, lo cual no demuestra en absoluto que la timidez sea una carencia de alcohol en el cerebro. En farmacología, por consiguiente, el mecanismo de acción de un medicamento y la causa de un padecimiento son preguntas distintas que requieren evidencias distintas.

De hecho, dentro de la propia psiquiatría biológica la hipótesis monoaminérgica fue perdiendo terreno como explicación suficiente. Martino lo reconoce en un artículo dirigido a estudiantes y profesionales, al afirmar que “la hipótesis monoaminérgica comenzó a resultar simplista en el intento de explicar per se la etiopatogenia de los trastornos depresivos” (Martino, 2014, p. 69). Aun así, faltaba una síntesis sistemática de toda la evidencia acumulada.

Esa síntesis se publicó en 2022 como una revisión paraguas dirigida por la psiquiatra Joanna Moncrieff. Una revisión paraguas reúne y evalúa otras revisiones sistemáticas y metaanálisis, por lo que se considera uno de los niveles más altos de síntesis de la evidencia. En este caso, el equipo examinó seis líneas de investigación: la concentración de serotonina y de sus metabolitos en fluidos corporales; los receptores y el transportador de serotonina medidos por neuroimagen; los experimentos de depleción de triptófano (el aminoácido a partir del cual se sintetiza la serotonina); y los estudios genéticos. Su conclusión principal fue que “Nuestra revisión exhaustiva de las principales líneas de investigación sobre la serotonina muestra que no existe evidencia convincente de que la depresión esté asociada con, o causada por, concentraciones o actividad de serotonina más bajas” (Moncrieff et al., 2023, p. 3253). Asimismo, el artículo cierra con una frase que dio la vuelta al mundo, “Sugerimos que es momento de reconocer que la teoría serotoninérgica de la depresión carece de sustento empírico” (Moncrieff et al., 2023, p. 3254).

Como era de esperar, la revisión generó un intenso debate. La propia revista publicó varias cartas de respuesta, algunas críticas con la metodología o la interpretación de ciertos estudios; también vale la pena saber que los autores declararon su participación en redes de psiquiatría crítica, información que la revista hizo pública en la sección de conflictos de interés, y esa transparencia permite a cada lector ponderar los argumentos. Para una lectura equilibrada conviene, en-

tonces, separar tres afirmaciones que en los medios se confundieron con frecuencia. La primera sostiene que la evidencia disponible deja sin respaldo la idea de que la depresión se deba a una falta de serotonina, que es la que el estudio defiende; la segunda afirmaría que la serotonina carece de cualquier papel en el estado de ánimo, lo cual el estudio no plantea; y la tercera afirmaría que los antidepresivos no sirven, lo cual tampoco fue objeto de la revisión. Conviene recordar, además, que la eficacia de un tratamiento se evalúa mediante ensayos clínicos y corresponde al ámbito profesional de la medicina y la psiquiatría. Por esa razón, ninguna persona debería suspender o modificar un tratamiento a partir de una noticia, y cualquier decisión al respecto debe tomarse con el acompañamiento de su médica o médico.

¿Por qué importa entonces esta discusión si, por sí misma, deja intactas las decisiones clínicas? Importa al menos por dos razones. La primera es epistemológica, ya que la historia de la serotonina ilustra cómo una hipótesis plausible puede convertirse en un hecho aparente por la repetición, los intereses comerciales y su capacidad para ofrecer una explicación sencilla. La segunda razón tiene que ver con las personas, puesto que las explicaciones que recibimos sobre nuestro sufrimiento influyen en cómo lo vivimos. En esta dirección, Moncrieff et al. (2023) señalan que la creencia en el desequilibrio químico “moldea la manera en que las personas comprenden sus estados de ánimo, lo que conduce a una visión pesimista sobre la evolución de la depresión y a expectativas negativas sobre la posibilidad de autorregular el ánimo” (p. 3253).

Este último punto resulta especialmente relevante para la educación. Una explicación aparentemente científica y tranquilizadora (“no es tu culpa, es tu química”) puede tener efectos paradójicos, como la sensación de que nada de lo que la persona haga, piense o transforme en su entorno podrá cambiar su situación. Frente a ello, desde la biología molecular podemos aportar una mirada más rica; el cerebro mantiene un equilibrio dinámico, plástico y en diálogo permanente con el cuerpo y con el ambiente. Además, ningún neurotransmisor actúa de forma aislada, y sus niveles se ven modificados por el sueño, la alimentación, el ejercicio, el estrés, las relaciones y los fármacos. Por ello, pensar en redes y en procesos resulta, sin duda, más complejo que pensar en una sola molécula faltante, y también más fiel a lo que sabemos.

6. Estrés, inflamación e intestino. El cerebro en diálogo con el cuerpo

La imagen del cerebro como un órgano aislado, encerrado en el cráneo y gobernado por sus propios neurotransmisores, ha cedido paso a una visión más integrada, según la cual el cerebro converso de manera permanente con el sistema endocrino, con el sistema inmunitario y con los billones de microorganismos que habitan en el intestino. En este apartado revisamos, por tanto, tres de esas conversaciones, procurando distinguir lo que está bien establecido de lo que todavía es promesa.

6.1 El eje del estrés

Ante una amenaza, el hipotálamo libera una hormona que estimula a la hipófisis y esta, a su vez, ordena a las glándulas suprarrenales que liberen cortisol. Este circuito, conocido como eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HHS, o HPA por sus siglas en inglés), es indispensable para la vida, porque moviliza energía y prepara al organismo para responder; el problema aparece, sin embargo, cuando la activación se vuelve crónica. Martino lo explica en términos moleculares al indicar que “durante el estrés crónico, los niveles elevados de cortisol provocan una sobreexposición de los receptores GR a dicha hormona” (Martino, 2014, p. 66). Esa sobreexposición, sostenida en el tiempo, se ha asociado con cambios estructurales en el hipocampo y en la corteza prefrontal, regiones que ayudan a frenar la respuesta de estrés; por ello, con base en la evidencia revisada, el autor plantea que “en muchos casos la depresión podría ser en parte el resultado de los efectos deletéreos en el SNC, de niveles elevados y sostenidos de cortisol” (Martino, 2014, p. 68).

Observemos el lenguaje cuidadoso de la cita, con expresiones como “en muchos casos”, “podría” y “en parte”, porque esa prudencia es una virtud científica. El modelo del estrés crónico tiene una enorme ventaja conceptual, ya que conecta lo que ocurre en la vida de las personas (precariedad laboral, violencia, duelo, discriminación, sobrecarga de cuidados) con lo que ocurre en sus células. Al mismo tiempo, no todas las personas

con depresión muestran alteraciones del eje del estrés, ni todas las personas expuestas al estrés crónico desarrollan depresión; en otras palabras, la biología ofrece mecanismos de vulnerabilidad, y la vulnerabilidad es una probabilidad.

En este marco, un hallazgo particularmente interesante para el diálogo entre disciplinas es la plasticidad cerebral, es decir, la capacidad del sistema nervioso para reorganizar sus conexiones. Martino señala que “tanto la psicoterapia cognitivo-conductual como la administración de fármacos antidepresivos, han demostrado alcanzar sus efectos terapéuticos a través del incremento de neuroplasticidad en estructuras cerebrales claves en el procesamiento neurobiológico del estrés” (Martino, 2014, p. 61). Para quienes trabajan en biología molecular, esta afirmación resulta muy sugerente, pues indica que la palabra, la relación terapéutica y el aprendizaje también producen cambios materiales en el cerebro; así, lo psicológico y lo biológico describen, desde ángulos distintos, procesos que ocurren en una misma persona.

6.2 Inflamación y estado de ánimo

Cualquiera que haya tenido una gripe fuerte conoce la sensación de cansancio, desgana, aislamiento y falta de apetito que la acompaña. Esa conducta de enfermedad está mediada en buena parte por moléculas del sistema inmunitario llamadas citocinas,

que actúan sobre el cerebro; por ello, durante las últimas dos décadas, varios grupos de investigación han propuesto que la inflamación crónica de bajo grado podría participar en algunos cuadros depresivos. En esta línea, Andrew Miller y Charles Raison ofrecen una interpretación evolutiva sugerente al plantear que: “La comunicación cruzada entre las vías inflamatorias y los circuitos neuronales del cerebro puede conducir a respuestas conductuales, como la evitación y la alarma, que probablemente proporcionaron a los primeros humanos una ventaja evolutiva en sus interacciones con patógenos y depredadores” (Miller y Raison, 2016, p. 22). A su vez, los mismos autores advierten que “en los tiempos modernos, tales interacciones entre la inflamación y el cerebro parecen impulsar el desarrollo de la depresión y podrían contribuir a la falta de respuesta a las terapias antidepresivas actuales” (Miller y Raison, 2016, p. 22).

La hipótesis inflamatoria tiene un atractivo especial para la mirada crítica, porque los factores que elevan la inflamación incluyen el estrés psicosocial, la mala alimentación, la falta de sueño, la contaminación y la adversidad en la infancia; es decir, muchos de ellos se distribuyen de manera desigual en la sociedad. Al mismo tiempo, la evidencia indica que la inflamación elevada aparece solo en un subgrupo de personas con depresión, por lo que sería un error reemplazar el viejo mito de la serotonina por un nuevo mito de la inflamación. Así pues, la lección de los apartados anteriores sigue vigente, ya que ninguna molécula aislada explica por sí sola la experiencia depresiva.

6.3 El eje microbiota-intestino-cerebro

El intestino humano alberga una comunidad enorme de bacterias, hongos, virus y arqueas, conocida como microbiota, cuyo estudio se ha disparado gracias a las técnicas de secuenciación masiva del ADN, que permiten identificar microorganismos sin necesidad de cultivarlos. Al respecto, John Cryan y su equipo, autores de una de las revisiones más amplias sobre el tema, describen los canales de comunicación de este eje al señalar que: “La microbiota y el cerebro se comunican entre sí por diversas vías, que incluyen el sistema inmunitario, el metabolismo del triptófano, el nervio vago y el sistema nervioso entérico, e involucran metabolitos microbianos como los ácidos grasos de cadena corta, los aminoácidos de cadena ramificada y los peptidoglicanos” (Cryan et al., 2019, p. 1877). La misma revisión subraya, además, un vínculo que conecta este apartado con los anteriores, pues afirma que: “El estrés, en particular, puede afectar significativamente al eje microbiota-intestino-cerebro en todas las etapas de la vida” (Cryan et al., 2019, p. 1877).

Este campo resulta fascinante y, precisamente por eso, se presta a la exageración comercial; en redes sociales abundan los productos que prometen mejorar el ánimo mediante probióticos, suplementos o dietas específicas. Frente a ello, una revisión publicada en la Revista Cubana de Pediatría ofrece un recordatorio necesario al señalar que

“aún no están dilucidados los mecanismos que establecen que las alteraciones de la microbiota intestinal sean causales de enfermedades neuropsiquiátricas o bien que la disbiosis sea secundaria a ellas” (Castañeda Guillot, 2020, p. 3). En otras palabras, todavía desconocemos con certeza si los cambios en la microbiota contribuyen al malestar, si el malestar y sus consecuencias (cambios en la alimentación, en el sueño, en el uso de medicamentos) modifican la microbiota, o si ambas cosas ocurren a la vez. Además, buena parte de la evidencia más llamativa proviene de ratones criados sin microorganismos, un modelo experimental valioso y, a la vez, muy alejado de la vida humana.

Por todo ello, desde la biología molecular, conviene recibir este campo con curiosidad y prudencia. La conversación entre el intestino y el cerebro es real y, además, refuerza una idea central de este artículo, la de que la mente está encarnada en un cuerpo completo que vive en un ambiente. Las condiciones de ese ambiente, como el acceso a alimentos frescos, la calidad del agua, el uso de antibióticos o el estrés cotidiano, también moldean la microbiota; una vez más, entonces, la explicación molecular nos devuelve a las condiciones sociales.

7. Una mirada crítica. Reduccionismo, medicalización y determinantes sociales

Los apartados anteriores muestran que la biología molecular ha aportado cono-

cimientos valiosos sobre la salud mental y que, a la vez, muchas de sus promesas iniciales se han matizado o abandonado. Por ello, ha llegado el momento de reunir los hilos y formular la crítica de manera explícita; lo hacemos desde dentro de la propia biología, con el respeto que merecen tanto el trabajo de laboratorio como las disciplinas clínicas y sociales.

7.1 El reduccionismo como método y como ideología

En ciencia, reducir significa estudiar un fenómeno complejo descomponiéndolo en partes más simples. Como estrategia metodológica, el reduccionismo ha sido extraordinariamente productivo, ya que gracias a él entendemos cómo funciona una sinapsis o cómo se metila un promotor. El problema surge, sin embargo, cuando el método se convierte en ideología, es decir, cuando se asume que la explicación de nivel molecular es la única verdadera y que los demás niveles son simples epifenómenos. En este sentido, Marino Pérez Álvarez dirige esta crítica a la fascinación contemporánea por las imágenes cerebrales y advierte que: “En realidad, los estudios de neuroimagen no confirman nada acerca del supuesto origen biológico de los trastornos mentales” (Pérez Álvarez, 2011, p. 100). Su argumento puede, además, extenderse a otras técnicas; un patrón de metilación, una variante genética o una concentración de citocinas son correlatos que acompañan a una experiencia humana, y su presencia resulta insuficiente para establecer que sean su causa última.

El mismo autor propone, asimismo, una inversión de la mirada que encaja bien con lo que hemos visto sobre epigenética y estrés, al afirmar que: “La plasticidad cerebral permite entender los efectos de las condiciones de vida en el cerebro” (Pérez Álvarez, 2011, p. 101). Si las condiciones de vida modifican el cerebro, entonces el cerebro funciona tanto como efecto de la historia de una persona como causa de su conducta; dicho de otro modo, las flechas causales van en ambas direcciones.

7.2 El riesgo de buscar soluciones solo dentro de la cabeza

Una consecuencia práctica del reduccionismo es la tendencia a buscar soluciones exclusivamente en el interior del individuo. Pérez Álvarez lo formula con agudeza al señalar que “las explicaciones cerebro-céntricas llevan fácilmente por el camino equivocado, cuando se hacen cosas por ‘mejorar’ el cerebro, en vez de mejorar el mundo y cambiar las condiciones y formas de vida de la gente” (Pérez Álvarez, 2011, p. 102). Esta advertencia resulta especialmente pertinente en sociedades marcadas por la desigualdad, como las de América Latina; en efecto, cuando el malestar de una trabajadora explotada, de un joven que vive en un barrio violento o de una estudiante que sufre acoso se reduce únicamente a términos de neurotransmisores, se corre el riesgo de despolitizar el sufrimiento y convertir problemas colectivos en fallas individuales.

A este proceso se le conoce como medicalización, que consiste en la transformación de experiencias humanas en asuntos médicos susceptibles de diagnóstico y tratamiento. La crítica a la medicalización reconoce plenamente la necesidad de atender los trastornos mentales graves, que requieren apoyo profesional, y, además, cuestiona los límites, los intereses y los efectos de dicha expansión. Así, por ejemplo, la industria farmacéutica desempeñó un papel decisivo en la difusión de la idea del desequilibrio químico, como vimos en el apartado 5; por consiguiente, reconocer estos intereses forma parte de una alfabetización científica crítica.

7.3 Los determinantes sociales de la salud mental

Si la biología molecular nos devuelve una y otra vez a las condiciones de vida, conviene mirar de frente lo que la epidemiología social ha documentado. Crick Lund y un grupo internacional de investigadores, entre quienes se encuentra la investigadora mexicana María Elena Medina-Mora, realizaron 289 revisiones sistemáticas sobre el tema, y su punto de partida es claro, pues sostienen que “existe una creciente evidencia mundial de que los trastornos mentales en las poblaciones están fuertemente determinados por factores sociales” (Lund et al., 2018, p. 357). De ahí se desprende una conclusión que interpela a cualquier enfoque puramente biomédico, según la cual: “Debido a que los trastornos mentales están tan fuertemente

determinados por factores sociales, es poco probable que la carga mundial de estos trastornos se alivie únicamente con un mejor acceso a los tratamientos de salud mental” (Lund et al., 2018, p. 357).

Además, la relación entre la pobreza y la salud mental opera en ambos sentidos. Según la misma revisión, “la asociación entre la pobreza y los trastornos mentales es compleja y bidireccional, y se caracteriza tanto por la causalidad social como por la deriva social” (Lund et al., 2018, p. 360). Dicho de otra manera, la pobreza aumenta el riesgo de padecer un trastorno mental y, a su vez, un trastorno mental sin apoyo adecuado puede empujar a una persona hacia la pobreza.

La investigación en México confirma estos patrones. Un estudio realizado en población adulta de la región de Zumpango, en el Estado de México, concluye que: “Los problemas de salud mental en la población general tienden a estar relacionados con determinantes sociales que también influyen en la inequidad sanitaria” (Ruiz-Martínez et al., 2020, p. 181). Las autoras y los autores encontraron que la violencia intrafamiliar fue un predictor común de síntomas en mujeres y hombres y, además, que la discriminación de género recaía de manera particular sobre las mujeres. Su conclusión resume, así, una idea que la biología molecular, por sí sola, difícilmente habría descubierto, al afirmar que: “Con esto se demuestra que el contexto imprime un impacto diferencial en la salud mental” (Ruiz-Martínez et al., 2020, p. 181).

En consonancia con lo anterior, la OMS ha incorporado esta perspectiva a sus recomendaciones. Su informe mundial propone transitar de un “Enfoque de la atención predominantemente biomédico” hacia un “enfoque biopsicosocial de la atención equilibrado y basado en la evidencia” (OMS, 2022, p. 10); asimismo, el documento sostiene que: “Dado que los factores que determinan la salud mental son multisectoriales, las intervenciones destinadas a promover y proteger la salud mental también deben llevarse a cabo en múltiples sectores” (OMS, 2022, p. 2).

7.4 Hacia una integración respetuosa

Todo lo anterior invita a la investigación molecular a situarse con mayor conciencia de su alcance. La biología molecular puede aportar a la salud mental una comprensión fina de los mecanismos de vulnerabilidad y de recuperación, herramientas para evaluar tratamientos y argumentos materiales a favor de políticas de protección social, como hemos visto en el caso de la epigenética y del estrés crónico; sin embargo, para hacerlo bien necesita dialogar con la psicología, la psiquiatría, la sociología, la antropología, la economía y, sobre todo, con las personas que viven el sufrimiento psíquico. Así lo expresa Martino al cerrar su revisión, cuando afirma que “reconocemos la necesidad de incrementar el trabajo interdisciplinario, así como la superación de los reduccionismos epistemológicos” (Martino, 2014, p. 71).

8. Implicaciones para la educación y conclusiones

8.1 ¿Qué podemos llevar al aula?

Este recorrido ofrece materiales muy valiosos para la enseñanza de la biología en bachillerato y en los primeros semestres de la universidad. Por un lado, la salud mental permite enseñar contenidos clásicos del programa, como el dogma central, la regulación génica, la herencia multifactorial, la estadística o el método científico, a partir de preguntas que importan a la vida de las y los estudiantes; por otro, permite cultivar habilidades de pensamiento crítico que trasciendan la biología. Con ese fin, proponemos algunas actividades concretas, pensadas para docentes de ciencias que deseen abordar el tema con respeto y rigor.

1. Leer un titular en contra de su fuente.

Elegir una noticia reciente que anuncie el descubrimiento de “el gen” o “la molécula” de un trastorno, localizar el artículo científico original y comparar lo que afirma el estudio con lo que afirma la noticia. La pregunta guía puede ser: ¿qué palabras de prudencia (como “podría”, “se asocia con” o “en ratones”) desaparecieron en el camino?

2. Simular el problema de las muestras pequeñas.

Con monedas o con una hoja de cálculo, mostrar cómo, en muestras pequeñas, el azar produce diferencias aparentes que desaparecen al aumentar

el número de observaciones. La historia de los genes candidatos ofrece un caso real para discutir.

3. Construir un mapa de niveles. Pedir al grupo que ubique en un esquema de varios niveles (molécula, célula, circuito, persona, comunidad, sociedad) los factores que influyen en el bienestar emocional de un personaje ficticio, y que trace flechas en ambas direcciones.

4. Debatir la analogía de la aspirina. Discutir por qué el mecanismo de acción de un fármaco no permite deducir automáticamente la causa de un padecimiento, y buscar otros ejemplos de la vida cotidiana.

5. Analizar los conflictos de interés. Revisar la sección de financiamiento y conflictos de interés de algún artículo científico, y conversar sobre por qué esa información forma parte de la ciencia.

Ahora bien, estas propuestas vienen acompañadas de una advertencia. La salud mental es un tema sensible, y en cualquier grupo puede haber estudiantes que atraviesan un momento difícil; por esa razón, recomendamos que estas actividades se realicen en coordinación con los servicios de orientación o de psicología de cada institución, que se eviten los ejercicios de autodiagnóstico y que el personal docente conozca las rutas de canalización disponibles en su escuela y en su comunidad. En definitiva, nuestro papel como docentes consiste en enseñar a pensar la ciencia, mientras que el acompañamiento clínico corresponde a profesionales formados para ello.

8.2 Conclusiones

Al inicio de este artículo nos preguntamos qué puede decir la biología molecular sobre la salud mental y qué queda fuera de su alcance; llegados a este punto, podemos ofrecer algunas respuestas provisionales.

En primer lugar, la biología molecular puede describir con creciente precisión los mecanismos materiales que acompañan al sufrimiento psíquico y a la recuperación. Sabemos que la vulnerabilidad genética existe y se distribuye entre cientos o miles de variantes de efecto pequeño; además, sabemos que la experiencia temprana, incluida la adversidad, puede modificar la regulación epigenética de genes vinculados a la respuesta al estrés. Del mismo modo, sabemos que el estrés crónico, la inflamación y la microbiota intestinal participan en una conversación permanente con el cerebro, y que la psicoterapia, al igual que los fármacos, puede modificar la plasticidad del sistema nervioso.

En segundo lugar, la biología molecular, por sí sola, resulta insuficiente para explicar por qué una persona concreta sufre, cuál es el sentido de ese sufrimiento en su biografía o qué condiciones sociales lo producen y lo mantienen. Tampoco ha encontrado, a pesar de décadas de búsqueda, un marcador biológico capaz de diagnosticar un trastorno mental común; de hecho, las historias del gen candidato y del desequilibrio químico nos recuerdan que las explicaciones sencillas pueden resultar seductoras y, a la vez, equivocadas.

Por ello defendemos una biología molecular situada, consciente de su nivel de análisis, abierta al diálogo con la psicología, la psiquiatría y las ciencias sociales, y comprometida con la crítica de sus propios supuestos. Una biología así puede contribuir a desmontar el estigma, porque muestra que el sufrimiento psíquico tiene dimensiones corporales reales; asimismo, puede contribuir a la justicia social, porque muestra que esas dimensiones corporales se moldean por la pobreza, la violencia, la desigualdad y el cuidado. En palabras de la OMS, “Dado que los factores que determinan la salud mental son multisectoriales”, las respuestas también deben serlo (OMS, 2022, p. 2).

Finalmente, a las y los estudiantes que lleguen hasta aquí les dejamos una invitación. Cada vez que lean que una molécula explica una emoción, pregunten por el tamaño de la muestra, por el organismo estudiado, por la replicación, por los intereses en juego y por los niveles de la vida humana que quedaron fuera del encuadre; esa curiosidad crítica es, quizá, la mejor contribución que la biología puede hacer a la salud mental de una sociedad.

Nota final. Si tú o alguien cercano atraviesa un momento emocional difícil, busca apoyo en una persona de confianza y en los servicios de salud mental de tu escuela, tu universidad o tu comunidad. Pedir ayuda es un acto de cuidado.

Referencias

- Border, R., Johnson, E. C., Evans, L. M., Smolen, A., Berley, N., Sullivan, P. F., y Keller, M. C. (2019). No support for historical candidate gene or candidate gene-by-interaction hypotheses for major depression across multiple large samples. *American Journal of Psychiatry*, 176(5), 376–387. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2018.18070881>. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6548317/>
- Castañeda Guillot, C. (2020). Microbiota intestinal y trastornos del comportamiento mental. *Revista Cubana de Pediatría*, 92(2), e1063. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubped/cup-2020/cup202p.pdf>
- Cryan, J. F., O’Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., Codagnone, M. G., Cusotto, S., Fulling, C., Golubeva, A. V., Guzzetta, K. E., Jaggar, M., Long-Smith, C. M., Lyte, J. M., Martin, J. A., Molinero-Perez, A., Moloney, G., Morelli, E., Morillas, E., . . . Dinan, T. G. (2019). The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877–2013. <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2018>. <https://cora.ucc.ie/items/94703744-74b7-4907-bbc1-d8b92006b58a>
- Gejman, P. V., y Sanders, A. R. (2012). La etiología de la esquizofrenia. *Medicina (Buenos Aires)*, 72(3), 227–234. <https://medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol72-12/3/227-234-MED3-1.pdf>
- Lund, C., Brooke-Sumner, C., Baingana, F., Baron, E. C., Breuer, E., Chandra, P., Haushofer, J., Herrman, H., Jordans, M., Kieling, C., Medina-Mora, M. E., Morgan, E., Omigbodun, O., Tol, W., Patel, V., y Saxena, S. (2018). Social determinants of mental disorders and the Sustainable Development Goals: A systematic review of reviews. *The Lancet Psychiatry*, 5(4), 357–369. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30060-9](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30060-9). https://haushofer.ne.su.se/publications/Lund_et_al_LancetPsychiatry_2018.pdf
- Martino, P. (2014). Un análisis de las estrechas relaciones entre el estrés y la depresión desde la perspectiva psiconeuroendocrinológica. El rol central del cortisol. *Cuadernos de Neuropsicología*, 8(1), 60–75. <https://doi.org/10.7714/cnps/8.1.203>. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4753380.pdf>
- Martino, P., y Audisio, E. (2016). Epigenética. Aproximación conceptual, mecanismos e implicancias en la salud mental. En VIII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXIII Jornadas de Investigación. XII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR (p. 256). Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires. <https://www.aacademica.org/000-044/88>
- McGowan, P. O., Sasaki, A., D’Alessio, A. C., Dymov, S., Labonté, B., Szyf, M., Turecki, G., y Meaney, M. J. (2009). Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse. *Nature Neuroscience*, 12(3), 342–348. <https://doi.org/10.1038/nn.2270>. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2944040/>
- Miller, A. H., y Raison, C. L. (2016). The role of inflammation in depression: From evolutionary imperative to modern treatment target. *Nature Reviews Immunology*, 16(1), 22–34. <https://doi.org/10.1038/nri.2015.5>. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5542678/>
- Moncrieff, J., Cooper, R. E., Stockmann, T., Amendola, S., Hengartner, M. P., y Horowitz, M. A. (2023). The serotonin theory of depression: A systematic umbrella review of the evidence. *Molecular Psychiatry*, 28(8), 3243–3256. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01661-0> <https://www.nature.com/articles/s41380-022-01661-0>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). Informe mundial sobre salud mental: transformar la salud mental para todos. Panorama general. <https://www.who.int/es/publications/item/9789240050860>

Pérez Álvarez, M. (2011). El magnetismo de las neuroimágenes: moda, mito e ideología del cerebro. *Papeles del Psicólogo*, 32(2), 98–112. <https://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1946.pdf>

Ruiz-Martínez, A. O., González-Arratia López Fuentes, N. I., González-Escobar, S., Aguilar-Montes de Oca, Y. P., y Torres-Muñoz, M. A. (2020). Influencias psicosocioculturales sobre los síntomas psicopatológicos en comunidad abierta: desigualdades ecosistémicas. *Acta Colombiana de Psicología*, 23(1), 181–192. <https://doi.org/10.14718/ACP.2020.23.1.9>. <https://www.redalyc.org/journal/798/79868104009/movil/>

Nota: Se utilizó Claude para la revisión gramatical y traducciones del inglés al español.

Este producto pertenece al proyecto PAPIME (PE201425): Recursos Didácticos Interactivos para la Enseñanza de la Biología Molecular Básica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Sobre los Autores:

Dr. José Francisco Montiel Sosa. Doctor de carrera titular "C" de tiempo completo. FES Cuautitlán UNAM. ORCID: 0000-0002-8250-9438

Dra. María Magdalena Sarraute Requesens. Cátedra UNESCO "Universidad e Integración Regional". ORCID: 0009-0007-1820-9215



CONTAMINANTES EMERGENTES: PRESENCIA DE ENDULZANTES "LIGHT" EN SISTEMAS ACUÁTICOS

Yolanda Torres López, Estefanía Campero
Romero y Luis Alberto Arellano García



Resumen

La red de drenaje de las ciudades recibe diariamente compuestos químicos de diversa naturaleza procedentes de los hogares. Este sistema recoge las aguas residuales y las lleva a una depuradora, donde se tratan y, posteriormente, se devuelven al medio ambiente sin causar daños. Sin embargo, en los últimos años, se ha identificado un tipo de sustancias llamadas contaminantes emergentes, que escapan a este proceso de limpieza. Estos químicos se vierten involuntariamente en la red de saneamiento cuando tomamos una ducha o usamos el inodoro, y terminan en ríos, mares y otros sistemas acuáticos. Esto ocurre a través de la orina, las heces o los jabones. Existe una gran diversidad de ellos, algunos son: la cafeína, el paracetamol, el repelente de insectos o los endulzantes "light", como el acesulfame K.

¿Qué es el acesulfame K?

El acesulfame K es un edulcorante sin calorías, lo que significa que ofrece un sabor dulce sin aportar energía al cuerpo. Su poder endulzante es 200 veces mayor que el del azúcar común (sacarosa). A diferencia del azúcar, que es un carbohidrato natural que usamos como fuente de energía, el acesulfame K es un compuesto sintético muy utilizado en bebidas, alimentos procesados y productos "light" o "sin azúcar". Este edulcorante fue descubierto accidentalmente en 1967 por los científicos Karl Clauss y Harald Jensen, quienes desarrollaron un compuesto similar.

Los edulcorantes sin calorías se han vuelto muy populares como una opción para quienes desean reducir su consumo de azúcar sin renunciar al sabor dulce en sus alimentos, ya que no aumentan los niveles de glucosa en la sangre. En México, la preocupante alta prevalencia de obesidad y diabetes ha llevado a que más personas elijan productos "light", "sin azúcar" y bebidas con menos calorías, elaborados con edulcorantes no calóricos, para cuidar su salud de manera más consciente (Figura 1).



Figura 1. *Bebida gasificada endulzada con acesulfame K (Magnific, 2026)*

El acesulfame K, una vez ingerido, presenta escasa metabolización; es decir, el cuerpo humano no logra degradarlo y se excreta en su mayoría sin sufrir transformación química (Danner et al., 2023). Debido a

lo anterior, el acesulfame K se encuentra en todos los sistemas de alcantarillado y en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), donde se ha utilizado como indicador de otros contaminantes. El acesulfame K forma parte de los llamados contaminantes emergentes, un grupo diverso de sustancias que incluyen fármacos, pesticidas, hormonas, productos de cuidado personal y otros compuestos de uso cotidiano que han sido detectados en el ambiente, no son comúnmente monitoreados y cuyos efectos a largo plazo aún están siendo estudiados.

Se ha demostrado que los contaminantes emergentes tienen un impacto nocivo en las formas de vida, especialmente en especies acuáticas pequeñas, como peces y microalgas. Entre los daños a la salud, se ha descubierto que pueden dañar el ADN de los seres vivos e incluso ser tóxicos para las células (Lin et al., 2023). Se ha detectado que la mayoría de estos contaminantes están presentes en el agua en bajas concentraciones, del orden de nanogramos por litro. No obstante, se desconoce el riesgo a largo plazo para el medio ambiente y la salud humana. En el contexto mundial, existen diversos estudios que miden las concentraciones de estos compuestos en aguas residuales, efluentes de aguas tratadas, aguas superficiales, subterráneas y agua potable. Las aguas residuales y subterráneas se consideran entre las principales fuentes de vertido de contaminantes emergentes.

El acesulfame K como indicador de contaminación en el agua

Debido a su consumo masivo por la población, su baja degradación en el cuerpo humano y su alta solubilidad en agua, los edulcorantes no calóricos han sido detectados con frecuencia en diversas matrices acuáticas, como las aguas residuales no tratadas (aguas negras), las aguas residuales tratadas, las aguas superficiales (ríos, lagos y arroyos), las aguas subterráneas, el agua potable y el agua de mar. El acesulfame K es un compuesto de interés ambiental y se ha considerado un marcador del impacto humano en los recursos hídricos.

Aunque los edulcorantes no calóricos se consideran seguros en bajas concentraciones en la dieta humana, su presencia y acumulación en los cuerpos de agua pueden representar un riesgo para los organismos acuáticos (Figura 2). En México, múltiples cuerpos de agua receptores de agua tratada funcionan simultáneamente como fuentes de abastecimiento para la población; la presencia de edulcorantes no calóricos representa una problemática ambiental emergente. La información sobre sus efectos toxicológicos a largo plazo en organismos acuáticos y sobre las posibles consecuencias de su acumulación en el ciclo urbano del agua aún es limitada.



Figura 2. *Agua en las ciudades* (Magnific, 2026)

Investigación al respecto

Recientemente, se han reportado bacterias capaces de degradar acesulfame K como única fuente de carbono. En reportes de hace aproximadamente veinte años, la eliminación del acesulfame K en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) era baja, inferior al 30%. Sin embargo, su remoción es variable y depende de los sistemas con los que cuente la PTAR; por ejemplo, en las instalaciones que poseen tratamiento secundario, la eliminación del acesulfame K es cercana al 100%. Por lo tanto, se cree que las poblaciones de microorganismos presentes en dichas plantas evolucionaron para degradar este contaminante (Qiao et al., 2024). De igual forma, sistemas de oxidación avanzada, como la ozonización y la oxidación electroquímica, entre otros, han mostrado resultados exitosos en la eliminación del acesulfame K (Figura 3).

En los centros públicos de investigación en México, se realiza un trabajo muy importante de aislamiento e identificación de bacterias que ya están presentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Estas bacterias tienen la facultad de degradar contaminantes emergentes, lo cual es una gran ventaja. Además, se toman muestras de lodos de las plantas, y se exponen a estos contaminantes de manera constante para poder seleccionar y reconocer a las bacterias mediante técnicas moleculares, facilitando así avances en el cuidado del medio ambiente.

Posteriormente, las bacterias seleccionadas se exponen de forma individual a acesulfame K, un edulcorante utilizado en alimentos sin calorías. Mediante la producción de dióxido de carbono, se midió indirectamente qué bacterias son capaces de biodegradar los contaminantes. Además, se midieron subproductos de la biodegradación para tener una idea de las transformaciones que los contaminantes sufren bajo la acción de los microorganismos, lo cual constituye un trabajo de laboratorio intenso.



Figura 3. *Esquema de planta de tratamiento de aguas residuales* (Magnific, 2026)

Conclusión

La idea es que, en un futuro próximo, el conocimiento generado en el laboratorio en México se utilice para mejorar su desempeño en aguas mexicanas en la eliminación de un mayor número de contaminantes. Esto ayudará a cerrar el ciclo del agua, devolviéndola al ambiente tal como se tomó y permitiendo su reutilización.

Es importante recordar que lo que consumimos también termina reflejándose en lo que emitimos al ambiente. En el caso de los edulcorantes no calóricos, muchos pasan a través del cuerpo humano sin degradarse y, con el tiempo, llegan a las PTAR. Aunque estas instalaciones están diseñadas para limpiar el agua, algunos edulcorantes son difíciles de eliminar y pueden permanecer después del tratamiento, descargándose finalmente al ambiente, principalmente en cuerpos de agua.

Más que dejar de consumir productos con acesulfame K, la intención es fomentar una mayor conciencia sobre el impacto ambiental de lo que consumimos a diario. Lo que llega a nuestra mesa y lo que elegimos consumir tienen un impacto en ríos, lagos y el mar, recordándonos que nuestras decisiones están conectadas con el ambiente de formas que muchas veces ignoramos.

Referencias

- Danner, L., Malard, F., Valdes, R., & Olivier-Van Stichelen, S. (2023). Non-Nutritive Sweeteners Acesulfame Potassium and Sucralose Are Competitive Inhibitors of the Human P-glycoprotein/Multidrug Resistance Protein 1 (PGP/MDR1). *Nutrients*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/nu15051118>
- Lin, X., Xu, J., Keller, A. A., He, L., Gu, Y., Zheng, W., Sun, D., Lu, Z., Huang, J., Huang, X., & Li, G. (2020). Occurrence and risk assessment of emerging contaminants in a water reclamation and ecological reuse project. *Science of the Total Environment*, 744. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140977>
- Magnific (22 de mayo de 2026). Bebidas acesulfame. https://www.magnific.com/free-photo/front-view-soft-drink-being-poured-glass_10341221.htm#fromView=search&page=3&position=17&uuid=e2d35bc6-f068-4b64-9000-cf2759e-7d4da&query=bebidas+acesulfame
- Magnific (22 de mayo de 2026). Ciclo de agua en la ciudad. https://www.magnific.com/free-photo/young-mother-spending-time-with-her-daughter_15518619.htm#fromView=search&page=1&position=29&uuid=1c8c2e32-16c3-4a1a-8e96-717898db-1dfc&query=ciclo+del+agua+en+la+ciudadPhoto
- Magnific (22 de mayo de 2026). Planta de tratamiento de aguas residuales. https://www.magnific.com/free-vector/water-treatment-plants_6204201.htm#fromView=search&page=1&position=42&uuid=b95d9f43-a1ff-4719-9ada-85f75f-0b6737&query=planta+de+tratamiento+de+aguas+residualestor
- Qiao, S., Huang, W., Kuzma, D., & Kormendi, A. (2024). Acesulfame and other artificial sweeteners in a wastewater treatment plant in Alberta, Canada: Occurrence, degradation, and emission. *Chemosphere*, 356, 141893. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141893>

Sobre los autores

Yolanda Torres López. Profesora de arquitectura en la Universidad Autónoma de Guadalajara, es investigadora posdoctoral en comunicación pública de la ciencia sobre la cultura del cuidado del agua en plantas de tratamiento de aguas residuales en México, en la Unidad de Tecnología Ambiental del CIATEJ. Email: yotorres_pos@ciatej.edu.mx.

M. en C. Estefanía Campero Romero. Ingeniera ambiental con maestría en ciencia y tecnología ambiental. Actualmente es candidata a doctora en Innovación Biotecnológica en el CIATEJ, donde su investigación se centra en el desarrollo de soluciones biotecnológicas para eliminar contaminantes emergentes de las aguas residuales. Su trabajo abarca la degradación de colorantes y productos farmacéuticos en entornos acuáticos; ha presentado sus hallazgos en congresos científicos tanto en México como en el extranjero. Email: escampero_al@ciatej.edu.mx.

Dr. Luis Alberto Arellano García. Ingeniero químico, investigador y docente del CIATEJ. Sus principales intereses de investigación son el tratamiento biológico de aire y aguas residuales, la recuperación de recursos a partir de residuos agroindustriales y la equidad en el acceso al agua potable y al saneamiento. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras Nivel I. Email: larellano@ciatej.mx.

LA PSICOLOGÍA AMBIENTAL Y LOS "OTROS QUE NOS RODEAN"

Luz María Crystell Rosas Cruz



Resumen

Ante la pérdida de biodiversidad en el planeta, la psicología ambiental busca comprender la relación que las personas establecen con los demás seres vivos. Estas interacciones están influidas por emociones, creencias, conocimientos, normas sociales, costumbres y el contexto en el que ocurren. Para explicar esta relación, diversas perspectivas teóricas han aportado elementos clave, entre ellas la coexistencia con la vida silvestre, los dragones de la inacción, la hipótesis de la biofilia, la percepción de las especies y los valores ambientales. Además, la psicología ha comenzado a estudiar el tráfico de vida silvestre desde la perspectiva de la conducta de quienes participan en él, ya sea como saqueadores, traficantes o compradores. Aunque estas investigaciones avanzan en una carrera contrarreloj contra la extinción, sus hallazgos son fundamentales para impulsar estrategias de conservación, favorecer la regeneración de los ecosistemas y promover el bienestar de los demás seres vivos.

–

Cuando preguntan ¿qué hace un psicólogo ambiental?, lo que las personas normalmente piensan es:



Figura 1. *Profesional en psicología ambiental.* Imágenes elaboradas por el autor usando Google Gemini.

Aunque este dibujo parezca absurdo, en cierto sentido tiene algo de razón, pues uno de los fines de la psicología ambiental es buscar una relación armoniosa entre el ser humano y la naturaleza. Pero para que quede más claro, ¿qué hace la psicología ambiental? Para responder a esta pregunta, se explican las metodologías y las investigaciones de la psicología ambiental en relación con la conservación de la naturaleza.

Una de las investigadoras pioneras en estos temas es Susan Clayton (2007), quien realizó trabajos que explicaban por qué las personas cuidaban o dañaban el medio ambiente natural. También buscó diseñar estrategias que motivaran acciones amigables con el medio ambiente. Sus trabajos se enfocan en las conductas de reciclaje, la educación ambiental, las actitudes ambientales, y la relación entre las personas y los animales silvestres. Además, busca motivar a las personas a cuidar la biodiversidad (es decir los otros tipos de vida en el planeta), y así evitar la extinción de especies.

Otro tema de la psicología ambiental que se relaciona con la conservación de la biodiversidad es el estudio de los conflictos con la vida silvestre (felinos grandes, elefantes, serpientes, osos, jabalíes, cocodrilos, entre otros). Aquí, los investigadores (principalmente biólogos y psicólogos) intentan explicar este conflicto para entender cómo lograr una coexistencia pacífica o conflictiva entre las personas y las especies. Zimmermann (2020) explica los tipos de conflicto y los motivadores que los alimentan. Un ejemplo característico de este tipo de investigaciones es la disputa constante entre los ga-

naderos y el jaguar por los ataques al ganado.

Otras investigaciones en la psicología ambiental son la Teoría de la Biofilia. La palabra biofilia fue mencionada por primera vez por el psicólogo Erich Fromm en 1972, en su libro "Anatomía de la destructividad humana", donde la define como el amor a la vida en general (Fromm, 1972). Posteriormente, el biólogo Edward Wilson utiliza el término biofilia para explicar la relación con la naturaleza a lo largo de la evolución (Rosas-Cruz, 2021).

Actualmente, varios estudios de psicología ambiental utilizan la biofilia para explicar la relación con la naturaleza. Incluso la biofilia se ha utilizado para mejorar los ambientes construidos y promover el bienestar psicológico-mental de quienes viven en ellos (p. ej., restauración, arquitectura biofílica, recuperación hospitalaria, figura 2). En estos casos, la psicología explica cómo un ambiente biofílico puede reducir el estrés y mejorar la calidad de vida de quienes lo habitan. Estas construcciones biofílicas son más comunes en países del primer mundo, por ejemplo: centros comerciales, aeropuertos (el de Singapur), hospitales, hoteles, edificios de oficinas, espacios públicos, vías de tránsito (el segundo piso de la CDMX), departamentos y mansiones, entre muchos otros.

Hay otras investigaciones que explican cómo las personas perciben la naturaleza y las especies. Se ha investigado cómo la forma en que las personas perciben a las especies genera una reacción hacia ellas. Es decir, no es lo mismo la relación de las personas con las aves, las flores, los mamíferos pequeños

(monos, ardillas, felinos, etc.) que la reacción que tendrían ante los tiburones, las serpientes, los insectos, los cactus y muchos otros. La percepción de las especies puede motivar la conducta de querer tener una de esas especies como mascota (aves o plantas) o de matar y lastimar a otras (serpientes e insectos).



Figura 2. La teoría de la biofilia en la psicología humana. Imágenes elaboradas por el autor usando Google Gemini.

También se ha encontrado que, no es la misma la percepción hacia la vida silvestre que tienen las personas que viven en las comunidades rurales y aquellas que viven en las ciudades. Se encontró que, en las ciudades, las personas conocen muy poco sobre las especies que existen cerca de su comunidad, aun menos sobre las especies de su estado o de su país (Páramo & Galvis, 2010). Igualmente, esta percepción sesgada o equivocada de la naturaleza que los rodea o del país afecta a la forma en que las personas actúan para conservar estas especies, ya que no se puede querer conservar lo que no se conoce. Por otro lado, aquellos que dependen de esas especies para sobrevivir, como en las comunidades rurales, van a tener una motivación diferente para conservarlas.

Hay otra investigación que nos ayuda a entender qué ocurre en la mente de las personas y cómo esas ideas pueden impedir que tomen decisiones y actúen, lo cual es crucial para fre-

nar el avance del cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Esta investigación se llama “Los dragones de la inacción”. Robert Gifford (2011) explica que estos dragones representan la incapacidad de muchas personas para afrontar los retos que el cambio climático nos plantea. Aunque muchas saben que es muy importante y necesario actuar para mitigar el cambio climático, a menudo “NO ACTÚAN”. Gifford aclara que esta inacción se debe a procesos mentales y pensamientos que limitan la capacidad de actuar como deberíamos. A continuación, te contamos sobre los “dragones de la inacción”.

1. Cognición limitada: ocurre cuando tu cerebro no se adapta a los cambios ambientales o cuando ignoras las consecuencias o las causas del problema ambiental, lo que impide tu capacidad de actuar. Puedes preguntarte: ¿Qué tanto conozco sobre la pérdida de biodiversidad? o ¿Cuáles son las consecuencias de la pérdida de especies en mi entorno?
2. Ideologías: aquí se observan las creencias que tenemos acerca de cómo debemos vivir; estas creencias las aprendimos a lo largo de nuestra vida, ya sea por costumbres familiares o por ser parte del sistema capitalista. Puedes preguntarte: ¿Quién me enseñó que tener muchas cosas me hace feliz?, ¿Quién me dijo que tener un perico o un ave en una jaula es normal?
3. Comparación con otras personas: este dragón explica nuestra necesidad de ser aceptado, y por ello hago lo que los

otros esperan de mí. Por ejemplo, tener un celular nuevo cada año o comprar una orquídea exótica para presumir. Puedes preguntarte ¿hago daño al medio ambiente por complacer a los demás?, o ¿me importa lo que piensen de mí, si no cumplo con los estándares de la moda?

4. Costos hundidos: estos son inversiones en dinero, tiempo, hábitos y costumbres que dañan el medio ambiente y que me causarían una molestia personal dejarlas. Por ejemplo: tirar la basura en la calle porque no quiero cargarla a mi casa, tener prendida la luz incluso cuando no la uso, tomarme fotos con animales exóticos en cautiverio sin regulación, etc. Puedes preguntarte: ¿Qué tanto uso el automóvil para no caminar? o ¿Qué hábitos dañan el ambiente que no quiero cambiar?
5. Discreción: aquí podemos observar la desconfianza de las personas hacia las opiniones de los científicos o del gobierno y, por ello, ignoran sus recomendaciones. Puedes preguntarte: ¿Les creo a los científicos sobre el cambio climático y la pérdida de biodiversidad? o ¿participo en las sugerencias del gobierno para cuidar el medio ambiente?
6. Riesgo percibido: el riesgo de sentir que cuando cuide el medio ambiente perderé algunas comodidades de mi vida cotidiana: el dinero, el estatus, la salud, mi estado mental, e incluso el costo de tiempo que puedo perder al

hacer cosas que no contaminen (caminar en vez de manejar). Puedes preguntarte: ¿Me da miedo que me critiquen por cuidar el ambiente?, o ¿quiero cambiar mi forma de vida para cuidar el ambiente?

7. Comportamiento limitado: por último, a veces las personas pueden tener la intención de cambiar, pero sus acciones son mínimas y de poco impacto, e incluso pueden tener un efecto rebote, es decir ahorro agua dos semanas, pero un día me baño durante 30 minutos para reconfortarme (Gifford, 2011). Puedes preguntarte: ¿Mis acciones realmente impactan en la conservación del medio ambiente?, y ¿sólo finjo que soy sustentable y en realidad contaminao más?

Si analizas tus respuestas, podrás entender porque la mayoría de las personas les cuesta trabajo cuidar al medio ambiente. Gifford, explica que estas barreras pueden ser utilizadas como predictoras de cambios conductuales para el cuidado de la naturaleza, especialmente en el cambio climático (ver figura 3).



Figura 3. Los 7 dragones de la inacción climática de Robert Gifford. Imágenes elaboradas por el autor usando Google Gemini.

Hasta ahora se ha descrito cómo la psicología puede explicar las conductas que afectan al medio ambiente. Otro de los problemas en los que la psicología busca ayudar a la conservación es el tráfico de vida silvestre. Aunque aún son pocos los estudios sobre este problema. El tráfico de vida silvestre afecta al bienestar de las comunidades humanas y de otras especies, de los ecosistemas y de la salud planetaria. Aquí, en este problema, se juntan dos aspectos que la psicología ha estudiado: la conducta delictiva y la relación de los seres humanos con otras especies.

El tráfico de vida silvestre se realiza en distintos territorios y culturas, especialmente en aquellos ricos en biodiversidad o considerados megadiversos (entre ellos, México). Las investigaciones muestran distintas motivaciones de las personas que participan en el delito: ya sea por mejorar su estatus social, por necesidad alimentaria, por necesidad médica, por placer de comer, por moda, por necesidad de control (como en el caso de las mascotas exóticas), por costumbres o cosmovisiones, por ignorancia, entre muchos otros. La investigadora Naito y sus colaboradores (2023) observaron la demanda de mascotas exóticas entre consumidores estadounidenses, quienes pueden clasificarse en tres tipos de personas: quienes buscan mascotas exóticas por entretenimiento, quienes no desearían tener mascotas exóticas a menos que las motiven a tenerlas, y quienes, por motivos éticos, no participan en el delito. También encontraron que una actitud negativa hacia el comercio de mascotas exóticas predice con mayor precisión la intención de compra de alguna especie.

En otro estudio buscaron entender el tráfico de tortugas marinas en la República de Cabo Verde. Ellos encontraron que las actitudes positivas arraigadas en la cultura hacia el consumo de tortugas promueven su captura. No obstante, descubrieron que contar con regulaciones acordadas por la comunidad puede evitar el consumo de tortugas. Además, se dieron cuenta de que los hábitos pueden impedir que las personas cambien su tradición de consumir carne de tortuga, a pesar de que su consumo está prohibido (Ribeiro et al., 2022).

Travers y colaboradores (2019) encontraron en Uganda que la pobreza no siempre es la causa del tráfico de vida silvestre. Ellos observaron que las personas que participan en el delito son aquellas que tienen un alto estatus económico, que tienen algún conflicto con alguna especie, que no reciben ningún beneficio del turismo en las áreas de conservación, y que no tienen acceso al empleo.

Conclusiones

Hasta ahora, la psicología ofrece muchas maneras de entender y promover la conservación de las especies, desde la interacción directa con ellas hasta el estudio del tráfico de vida silvestre (TVS). En todo el mundo, existen numerosos estudios que buscan comprender la conducta humana que impacta en su entorno natural, siempre con la esperanza de reducir el cambio climático y proteger a todos los seres vivos. Por eso, creemos que la psicología ambiental

tiene un potencial increíble para ayudarnos a enfrentar las crisis ambientales que vivimos hoy en día.

Finalmente, también es pertinente preguntarnos: ¿Cuál es mi conducta hacia las demás especies? ¿Qué pienso de las otras especies con las que convivo? ¿Hay especies que me gusten o me disgusten? ¿Y cómo puedo actuar para disminuir el tráfico de vida silvestre? En el momento en que empezamos a ser conscientes de nuestros pensamientos y conductas que nos impulsan a dañar a las especies o a cuidarlas, podemos marcar la diferencia en su conservación si cuidamos nuestras conductas y nuestros pensamientos hacia los “otros seres vivos”. Para que los “No nacidos” puedan tener el placer de conocerlo y beneficiarse de las contribuciones que estos ofrecen. Recuerda: está en juego la extinción de la especie humana y de los demás seres vivos que no pueden defenderse de nuestras acciones.

Referencias

- Clayton, S. (2007). Domesticated nature: Motivations for gardening and perceptions of environmental impact. *Journal Of Environmental Psychology*, 27(3), 215-224. (WOS:000249948600004). <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.06.001>
- Fromm, E. (1972). Anatomía de la destructividad humana (Siglo XXI).
- Gifford, R. (2011). The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*, 66(4), 290-302. <https://doi.org/10.1037/a0023566>

- Naito, R., Zhao, J., Naidoo, R., & Chan, K. M. A. (2023). Private and civic actions as distinct types of individual engagement for transforming the exotic pet trade. *People and Nature*, 5(5), 1526-1538. <https://doi.org/10.1002/pan3.10517>
- Páramo, P., & Galvis, C. J. (2010). Conceptualizaciones acerca de los animales en niños de la sociedad mayoritaria y de la comunidad indígena Uitoto en Colombia. *Folios*, 1(32), 111-124. <https://doi.org/10.17227/01234870.32folios111.124>
- Ribeiro, M. C., Patino-Martinez, J., Agues, J., Marçal-Correia, A., & Nuno, A. (2022). Exploring a Comprehensive Behavioural Model to Investigate Illegal Sea Turtle Trade in Cabo Verde. *Conservation and Society*, 20(4), 325-335. https://doi.org/10.4103/cs.cs_98_21
- Rosas-Cruz, C. (2021). Valores biofílicos, empatía y conservación de la selva de Uxpanapa en Veracruz, usando a la guacamaya roja (*Ara macao cyanoptera*) como especie bandera [Universidad Nacional Autónoma de México]. *Biblioteca* (tes.TES01000810830). <http://132.248.9.195/ptd2021/abril/0810830/Index.html>
- Travers, H., Archer, L. J., Mwedde, G., Roe, D., Baker, J., Plumptre, A. J., Rwetsiba, A., & Milner-Gulland, E. J. (2019). Understanding complex drivers of wildlife crime to design effective conservation interventions. *Conservation Biology*, 33(6), 1296-1306. <https://doi.org/10.1111/cobi.13330>

Sobre la autora

Luz María Crystell Rosas Cruz es psicóloga y maestra en Psicología Ambiental por la UNAM y doctorante en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales en el IPN. Su trabajo se centra en el estudio de las dimensiones psicológicas de la conservación de la biodiversidad y el tráfico de vida silvestre. Desde una perspectiva transdisciplinaria, investiga la relación entre las personas y los demás seres vivos para contribuir al diseño de estrategias de conservación.

INVESTIGAR SIN ROMPERSE: INTEGRIDAD ACADÉMICA Y SALUD MENTAL DESDE LAS NECESIDADES DE INFORMACIÓN

Albano Torres Gómez



Resumen

Estudiar un posgrado suele parecer un sueño lejano, como si solo fuera para quienes ya tienen todo claro; sin embargo, una maestría o un doctorado también pueden ser una oportunidad maravillosa para aprender con mayor profundidad, buscar con mayor criterio y construir conocimiento con responsabilidad. En ese camino, las necesidades de información son fundamentales, porque toda investigación comienza cuando alguien reconoce que hay algo que aún no sabe y decide explorar nuevos descubrimientos. En este contexto, la integridad académica no debe ser vista solo como una regla contra las malas prácticas, sino como una forma de cuidar nuestra salud mental, organizar mejor nuestra búsqueda de información y fortalecer la confianza en nuestro trabajo. Desde el concepto de comportamiento informativo, este trabajo explica cómo buscar, evaluar, organizar, citar y comunicar información puede ser una práctica ética y también una herramienta valiosa para cuidar de uno mismo. Investigar no tiene por qué sentirse como una carrera solitaria contra la ansiedad, ¡puede ser una experiencia enriquecedora y muy humana!

Cuando una duda se vuelve un proyecto de investigación

Imagina a una estudiante de licenciatura que disfruta mucho su carrera y que un día se pregunta si podría estudiar una maestría; tal vez todavía no tiene un tema definido ni

conoce con claridad qué significa hacer investigación, pero siente curiosidad, quiere comprender mejor un problema y desea participar en conversaciones más amplias. Esta situación la lleva a reconocer que aún le falta mucho por aprender y tiene varias dudas, en otras palabras, tiene necesidades de información.



Figura 1. *Estudiante en una biblioteca leyendo un libro. Imagen elaborada con ChatGpt.*

Una necesidad de información surge cuando una persona reconoce una brecha entre lo que sabe y lo que necesita saber para actuar, decidir o comprender una situación. En la vida cotidiana, ocurre todo el tiempo, cuando buscamos cómo llegar a un lugar, qué carrera estudiar, cómo cuidar nuestra salud o cómo entender una noticia. En el posgrado, esa necesidad se vuelve más exigente, porque ya no basta con encontrar una respuesta rápida; hace falta revisar fuentes, comparar ideas, discutir evidencias y explicar

por qué una conclusión es razonable. Taylor señaló que las preguntas de las personas no siempre aparecen de forma clara desde el inicio; muchas veces se negocian, se afinan y se transforman conforme avanza la búsqueda (Taylor, 1968). Dicho de manera sencilla, investigar empieza con una inquietud, pero madura cuando aprendemos a convertir esa inquietud en preguntas cada vez mejores.

Por eso, estudiar un posgrado no implica haber terminado de aprender; al contrario, implica aceptar que el conocimiento se construye con paciencia, acompañamiento y honestidad. La maestría y el doctorado permiten profundizar en un tema, desarrollar pensamiento crítico, participar en proyectos, dialogar con especialistas y aportar soluciones a problemas sociales; también enseñan a convivir con la incertidumbre, porque investigar es avanzar sin tener todas las respuestas desde el primer día.

La necesidad de información como brújula

En muchos cursos se habla de fuentes confiables, citas, normas APA o bases de datos, pero pocas veces se explica que todo eso responde a una pregunta más profunda: ¿qué necesito saber y para qué lo necesito? Si esa pregunta no se atiende, la búsqueda se vuelve acumulación, el estudiante descarga artículos sin leerlos bien, guarda libros que no usará, copia fragmentos sin comprenderlos y termina con una carpeta llena de archivos, pero con pocas ideas claras.



Figura 2. *Una mano sosteniendo una brújula*

La necesidad de información funciona como una brújula, porque ayuda a decidir qué buscar, dónde buscar, cómo seleccionar y cuándo detenerse. Calva González (2004) ha explicado que las necesidades de información están ligadas a los contextos, las actividades y las condiciones de las personas, por eso no pueden reducirse a una simple falta de datos. Un estudiante de maestría que trabaja como docente, por ejemplo, no busca información de la misma manera que una estudiante de doctorado dedicada a tiempo completo a su investigación; sus horarios, recursos, presiones y propósitos cambian, y con ellos también cambia la manera de buscar y usar la información.

Esta idea es importante para quienes piensan estudiar un posgrado, porque muestra que investigar no es un talento misterioso, sino una práctica que se aprende. Nadie nace sabiendo delimitar un tema, elegir pa-

labras clave, evaluar artículos científicos o construir un marco teórico; esas habilidades se desarrollan y, cuando se desarrollan bien, disminuyen la sensación de estar perdido. Kuhlthau (1991) mostró que la búsqueda de información suele estar acompañada de emociones: al inicio aparecen incertidumbre, confusión y duda; después, conforme el tema se organiza, aparecen claridad y confianza. Así, las necesidades de información no son un obstáculo, sino el punto de partida de un proceso formativo.

Integridad académica para desarrollar confianza

Cuando hablamos de integridad académica, muchas personas piensan rápidamente en castigos, plagio o en programas de detección. Sin embargo, lo más importante es proteger la confianza que hace posible el conocimiento. De esta forma, la integridad académica nos invita a reconocer el origen de las ideas, a distinguir entre lo que dice una fuente y lo que pensamos nosotros, a evitar inventar datos, a no fabricar referencias, a no presentar como propio un trabajo ajeno y a ser transparentes con los recursos que usamos, incluidas las herramientas digitales.

En un posgrado, la integridad no es un trámite, sino una forma de aprender a tener voz propia. Nadie escribe desde cero; todos pensamos con palabras, teorías y hallazgos que otras personas construyeron antes, pero escribir académicamente implica dialogar

con esas voces sin desaparecer en ellas. Citar no es llenar el texto de apellidos; es mostrar el camino de las ideas, agradecer intelectualmente y permitir que otros revisen la ruta. La Association of College and Research Libraries plantea que la autoridad de la información depende del contexto y que investigar es una forma de indagación continua (ACRL, 2015); por ello, usar fuentes no consiste en obedecer ciegamente a un autor, sino en entender qué aporta, desde dónde habla y qué límites tiene.

La integridad también reduce tensiones emocionales, debido a que un estudiante que no sabe si copió demasiado, que perdió el origen de una cita o que usó información sin verificar, puede cargar con una ansiedad silenciosa. En cambio, quien registra sus fuentes desde el inicio, separa sus notas personales de las ideas ajenas y cita de forma clara, trabaja con menos miedo. La honestidad académica no elimina la presión, pero evita que esta se convierta en culpa o angustia; algunas investigaciones han advertido que los estudiantes de doctorado pueden enfrentar niveles importantes de estrés, ansiedad y dificultades de salud mental, especialmente cuando las condiciones de trabajo académico son poco claras o demasiado exigentes (Evans et al., 2018; Levecque et al., 2017).

Desde luego, la integridad académica no sustituye la atención psicológica, ni resuelve por sí sola los problemas que se presentan en las universidades, pero sí puede contribuir a un ambiente de estudio más sano. Cuando una institución enseña cómo buscar información, cómo citar, cómo usar bases de datos, cómo declarar el apoyo de herramientas

digitales y cómo pedir orientación, disminuye la incertidumbre innecesaria; cuando un asesor escucha las dudas sin ridiculizarlas, el estudiante puede decir “no entiendo”, “necesito ayuda”, “no sé cómo organizar esta literatura” antes de caer en atajos riesgosos.

El posgrado como entrenamiento para pensar mejor

Estudiar un posgrado puede parecer solo una forma de obtener un grado más; sin embargo, sus beneficios van más allá del diploma. Un posgrado enseña a mirar los problemas con profundidad, a no conformarse con la primera respuesta, a leer críticamente, a escribir con mayor precisión, a construir argumentos y a trabajar con evidencias. También permite participar en comunidades académicas, conocer redes de investigación, acceder a debates actuales y desarrollar proyectos con impacto social.

Pero esas se hacen más evidentes cuando el estudiante aprende a reconocer sus necesidades de información. Quien sabe preguntar, aprende mejor; quien sabe buscar, depende menos de rumores o de respuestas improvisadas; quien sabe evaluar, no se deja arrastrar por cualquier contenido; quien sabe citar, se integra con respeto a una comunidad de conocimiento. En este sentido, Wilson (1999) trató de comprender el comportamiento informativo, es decir, las formas en que las personas buscan, utilizan y comunican información según sus necesidades

y contextos. Esta mirada ayuda a entender que un estudiante no solo necesita libros o artículos, sino también tiempo, orientación, acceso a bases de datos, criterios de evaluación, habilidades digitales y confianza para formular preguntas. Sin esas condiciones, la exigencia de integridad puede sentirse como una carga; con ellas, se convierte en una ruta de crecimiento.



Figura 3. Estudiante obteniendo su título

Investigar también es cuidarse

Cuidar la salud mental durante la investigación también pasa por hábitos pequeños; uno de ellos puede ser llevar una bitácora de búsqueda, donde se anoten palabras clave, bases consultadas, fechas, filtros y resultados útiles; este registro evita repetir esfuerzos y permite explicar cómo se construyó el camino. Otra práctica consiste en separar las

notas: por un lado, lo que dice el autor; por otro, lo que entiendo; y en un tercer espacio, lo que puedo usar en mi argumento. Estas acciones sencillas ayudan a evitar el plagio involuntario y fortalecen la generación de ideas propias.

También conviene citar desde el inicio; dejar las referencias para el final suele generar más trabajo y más ansiedad. Además, es útil conversar con bibliotecarios, docentes o asesores, porque buscar información no debería ser una prueba de resistencia individual. En muchas instituciones, las bibliotecas ofrecen acceso a bases de datos, talleres, gestores bibliográficos y orientación especializada, recursos que pueden cambiar por completo la experiencia de un estudiante. Cuando una persona reconoce qué necesita saber, busca con método, evalúa con criterio, cita con honestidad y comunica con claridad; no solo aplica la integridad académica, también cuida su proceso mental.

Estudiar una maestría o un doctorado puede abrir oportunidades profesionales, fortalecer la capacidad de análisis y permitir que una persona participe en la solución de problemas sociales, educativos, científicos o culturales. Pero su valor más profundo está en formar una manera distinta de pensar, más paciente, más crítica y consciente. En esa formación, las necesidades de información son el inicio del viaje, y la integridad académica es la brújula que ayuda a recorrerlo sin perderse. Necesitamos comunidades académicas donde preguntar no sea motivo de vergüenza, donde citar sea una práctica de respeto, donde la tecnología se use con criterio y donde buscar información sea también una

forma de conocernos mejor. El manuscrito será revisado y, si es necesario, se solicitará alguna modificación antes de su publicación, o se solicitará el visto bueno del autor si el Consejo Editorial realiza correcciones de estilo y ortografía. Una vez aceptado el manuscrito para su publicación en línea, se deberá firmar un formulario de cesión de derechos y enviarlo digitalizado. El Consejo Editorial se reserva el derecho de publicar la contribución en el número correspondiente al tema o en el que se considere pertinente.

Referencias

- Association of College and Research Libraries. (2015). Framework for information literacy for higher education. American Library Association.
- Calva González, J. J. (2004). Las necesidades de información. Fundamentos teóricos y métodos. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Evans, T. M., Bira, L., Gastelum, J. B., Weiss, L. T., y Vanderford, N. L. (2018). Evidence for a mental health crisis in graduate education. *Nature Biotechnology*, 36(3), 282-284. <https://doi.org/10.1038/nbt.4089>
- Kuhlthau, C. C. (1991). Inside the search process. Information seeking from the user's perspective. *Journal of the American Society for Information Science*, 42(5), 361-371.
- Levecque, K., Anseel, F., De Beuckelaer, A., Van der Heyden, J., y Gisle, L. (2017). Work organization and mental health problems in PhD students. *Research Policy*, 46(4), 868-879. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.02.008>
- Taylor, R. S. (1968). Question negotiation and information seeking in libraries. *College & Research Libraries*, 29(3), 178-194.
- Wilson, T. D. (1999). Models in information behaviour research. *Journal of Documentation*, 55(3), 249-270. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000007145>

Sobre el autor

Dr. Albano Torres Gómez. Ingeniero en sistemas computacionales por parte de la Universidad de las Américas Puebla, Licenciado en Diseño y Comunicación Visual por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestro en comunicación por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y Doctor en Educación por la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Email: albano.torres@comunidad.unam.mx.

LA AVENTURA MENTAL: DESCUBRIENDO LA ESQUIZOFRENIA

Mariel Anahí Pérez Rodríguez



Resumen

La esquizofrenia es una condición de salud mental compleja que suele estar acompañada de desinformación, prejuicios y estigma social. El presente artículo propone una aproximación accesible mediante el videojuego “La aventura mental: descubriendo la esquizofrenia”, diseñado como un recorrido de cinco niveles de aprendizaje. A través de una narrativa lúdica, se abordan aspectos relacionados con la definición de la esquizofrenia, sus principales síntomas, las alternativas de tratamiento y las consecuencias del estigma en la vida cotidiana y los derechos humanos de quienes reciben este diagnóstico. La propuesta busca acercar información científica al público general de una manera sencilla y empática, al mismo tiempo que cuestiona algunos mitos y representaciones negativas asociadas con la esquizofrenia. Finalmente, se plantea que el conocimiento y la información pueden contribuir a desarrollar actitudes de respeto, empatía e inclusión, favoreciendo una mirada menos prejuiciosa hacia las personas que viven con esta condición.

--

¡Sean bienvenidos/as al emocionante videojuego “Descubriendo la esquizofrenia”! Prepárate para tu misión: explorar diversos conceptos importantes sobre la esquizofrenia, enfrentando desafíos, aprendiendo, desbloqueando niveles de conocimiento y adquiriendo información clave para comprenderla mejor. A lo largo de tu aventura, recorreremos varios mundos has-

ta llegar al final, donde lucharemos contra el gran enemigo: el estigma hacia la esquizofrenia (Figura 1).



Figura 1. Video juego aprendiendo sobre esquizofrenia. Creada por la autora Mariel Anahí Pérez Rodríguez

En cada nivel, abordaremos diversos aspectos, desde la definición de la esquizofrenia hasta sus síntomas y los tratamientos más comúnmente empleados para brindar asistencia, y obtendremos herramientas fundamentales para enfrentar y superar esta condición.

Nivel 1: El mundo de la esquizofrenia

Querido/a aventurero/a, ¡es un placer tenerte en el nivel 1! Comencemos por señalar que la esquizofrenia es un trastorno mental grave que afecta a aproximadamente 24 millones de personas en todo el mundo. Se distingue de otros trastornos porque puede hacer que las personas confundan la realidad, al ver o escuchar cosas que no están allí. A diferencia de otros trastornos en los que solo se experimentan sentimientos muy tristes o de ansiedad, en este caso la conexión con el mundo real puede verse afectada. Imagina que el cerebro es como una computadora y, en ocasiones, puede tener un pequeño fallo que provoca que la persona escuche voces que nadie más oye, vea cosas que no son reales o tenga ideas extrañas que le causan miedo o confusión. Este trastorno también puede estar asociado con una fuerte ansiedad y afectar aspectos importantes en la vida personal, familiar y social. A lo largo del tiempo, la definición ha ido cambiando, y actualmente no se conoce con certeza su causa, lo que ha logrado que todavía exista cierto estigma. Sin embargo, diversos factores — sociales, genéticos, químicos, ambientales y psicológicos — así como el consumo de cannabis, pueden interactuar y contribuir al desencadenamiento de sus síntomas (World Health Organization, 2022). Existen cinco tipos de esquizofrenia: paranoide, desorganizada, catatónica, indiferenciada y residual (Bustos & Bustos, 2024). En el siguiente

nivel, podrás aprender más sobre sus síntomas positivos y negativos, que te ayudarán a entender mejor este trastorno.

El diagnóstico de la esquizofrenia lo realiza, en su mayoría, un especialista en salud mental, como los psiquiatras. Recuerda que la esquizofrenia no es contagiosa, pues no se debe a bacterias, hongos o virus que se adquieren de humano a humano, sino que se encuentra en algo denominado psiquismo o mente.

Nivel 2: El reino de los síntomas

¡Felicidades, aventurero/a! Si pasaste al nivel 2, significa que sabes qué es la esquizofrenia, cuya causa es incierta, y nuestro villano: el estigma, puede ser influido por la desinformación o la información errónea. Te otorgamos la insignia que te habilita para conocer los diversos síntomas de la esquizofrenia que afectan a cada persona de manera distinta, así como su duración, intensidad o frecuencia. En general, la psiquiatría opta por clasificar los síntomas en positivos y negativos.

Los síntomas negativos no quieren decir que sean “malos”, sino más bien que algunos intereses de la vida cotidiana se van perdiendo, como el interés o la motivación para realizar actividades, desinterés por cosas que antes le interesaban a la persona, aplanamiento afectivo, entre otras cosas. En su mayoría, los síntomas negativos suelen manifestarse primero (*Esquizofrenia Cigna*, s. f.).

Los síntomas positivos no quieren decir que sean “buenos”, sino que son experiencias nuevas que se integran y cambian la vida de la persona, como las alucinaciones, los delirios y algunos pensamientos o diálogos desorganizados. También incluye la pérdida de la memoria o la incapacidad para comprender algunas cosas cotidianas (*Esquizofrenia Cigna*, s. f.).

Cuando se inicia un tratamiento rápido y adecuado, a menudo la persona con esquizofrenia mejora sustancialmente. Pero... el estigma puede impedir que las personas acudan a atención médica, psicológica o psiquiátrica, tengan temor a ser juzgadas o rechazadas, o puedan desconocer que la esquizofrenia puede ser tratada por profesionales de la salud mental.

Has concluido exitosamente el nivel 2, consiguiendo herramientas importantes para poder luchar contra el estigma próximamente, pero hace falta el nivel 3. Sin este, no podremos triunfar y ganar la victoria.

Nivel 3: La villa del tratamiento

Aventurero/a, estamos en un nivel para enfrentarnos al estigma, el villano principal de la esquizofrenia. La villa del tratamiento nos ofrecerá un amplio conocimiento sobre los diversos tratamientos que resultan efectivos para la esquizofrenia, y que nosotros podremos utilizar en la batalla cuando el estigma se entrometa.

Los tratamientos principales suelen ser unas pastillas que el psiquiatra recete al paciente. Estos medicamentos, conocidos como “antipsicóticos”, ayudan a aliviar los síntomas que se vieron en el nivel 2. También se utilizan antidepresivos y estabilizadores del estado del ánimo (*Esquizofrenia Cigna*, s. f.). Es muy importante que, además del tratamiento farmacológico, se realice terapia psicológica tanto individual como familiar. Además, hacer pequeños cambios en nuestro estilo de vida puede marcar una gran diferencia, como dormir bien, llevar una alimentación equilibrada, hacer ejercicio con regularidad, socializar, mantenerse activo y evitar el consumo de drogas, alcohol o tabaco. Como puedes ver, estos hábitos saludables son algo que todas las personas deberíamos incorporar, porque nos ayudan a cuidar nuestro cuerpo y nuestra mente, ¡y eso siempre es muy positivo!

Si las personas con esquizofrenia no acuden a tratamiento, tienen mayor riesgo de suicidio, problemas generales en la salud, en sus círculos sociales, económicos, familiares, personales, académicos, entre otros ámbitos, lo cual puede repercutir gravemente en su calidad de vida. Es fundamental que no dejen de tomar los medicamentos hasta que el médico lo autorice (*Esquizofrenia Cigna*, s. f.).

Aventurero/a, es momento de enfrentarnos al gran villano; ahora cuentas con las herramientas más valiosas para ganar la batalla. Pero ¡espera! El estigma puede estar encubierto en mitos llenos de mentiras, lo que incrementa su fuerza y lo hace a menudo difícil de detectar. Debes tener cuidado y no dejarte engañar; ten en cuenta que detrás de cada mito puede ocultarse una verdad.

Nivel 4: La batalla contra el estigma

Con los niveles que hemos pasado con éxito, podemos reconocer que el estigma hacia la esquizofrenia puede afectar internamente a la persona, haciéndola sentir mal, sola y juzgada. A menudo, los medios de comunicación crean un concepto de esquizofrenia a través de series, películas o libros que transmiten miedo o temor, a veces mostrando en las series a un personaje “loco” con diagnóstico de esquizofrenia que mató o agredió a alguien. La realidad es que las personas con esquizofrenia o algún trastorno mental son más vulnerables a sufrir bullying o violaciones a sus derechos humanos. Se les priva de un trabajo, estudio o amistades por considerarlos “malos” (Bremond, 2018). Ten en cuenta que cada persona tiene una batalla interna; evitemos enjuiciar, rechazar o discriminar a alguien o algo por alguna condición, enfermedad o diagnóstico.

Para una persona con esquizofrenia o algún trastorno mental, el estigma puede ser más perjudicial que los propios síntomas, y suele ser en más ocasiones víctima de agresiones. El estigma puede consistir en conductas discriminatorias, temor, rechazo, violencia, miedo, burlas, etiquetas, juicios negativos, estereotipos y asociarlos como peligrosos o agresivos. Esto incrementa el sufrimiento de la persona e impacta negativamente en la búsqueda de atención profesional, tratamiento y rehabilitación (Campaña para la Reducción del Estigma en Salud Mental, s. f.). Hemos conseguido avanzar al

último nivel, ahora conocemos lo que es la esquizofrenia, sus síntomas, algunos tratamientos que pueden ayudarles, y luchamos contra el estigma que, aunque suele ocultarse muchas veces, ya no podrá hacerlo porque tenemos información para enfrentarlo.

Nivel 5: El castillo de la victoria



Imagen 2. Creada por la autora Mariela Anahí Pérez Rodríguez

¡Hemos llegado al final! Tú lograste pasar todos los niveles hasta el quinto, adquiriendo valiosa información en el camino. Fuiste un/a gran jugador/a que consiguió derrotar al villano. Recuerda que existen muchos mitos que afectan a las personas con esquizofrenia y aumentan los estereotipos negativos. Pero lo más importante es que tú

has completado los niveles y ahora tienes el arma más poderosa para acabar con el estigma: la información. Esta puede ser clave para generar empatía y solidaridad con quienes han sido víctimas del estigma por su diagnóstico.

Para recordar

La esquizofrenia es compleja, a menudo se sufre en solitario, pero se discrimina a las personas en público, se las juzga, viola y rechaza sin considerar que pueden estar luchando una batalla interna. Todos podemos ayudar a reducir el estigma, respetando e incluyendo a cualquier persona que tenga un diagnóstico, porque tener algún trastorno mental no implica que la persona sea mala o peligrosa. Así como hay enfermedades o condiciones que requieren cuidados, medicamentos y atención, la esquizofrenia requiere empatía, tratamientos médicos, farmacológicos y psicológicos de por vida que la controlan. Por eso, es crucial el apego al tratamiento y la necesidad de una sociedad que no las rechace. Seamos conscientes del sufrimiento que puede tener cada individuo en la sociedad y dejemos en el pasado el estigma.

Compartir esta información con tus amigos o familiares puede cambiar muchas formas de pensar; el conocimiento es clave para construir una sociedad más armoniosa. El estereotipo negativo puede combatirse mediante el respeto y la información correcta. Felicidades, aventurero; el juego ha terminado. Cuentas con las herramientas para ayudar a los demás, así como con el arma letal que puede disminuir el estigma hacia la esquizofrenia.

Referencias

- Bremond, P. (2018). Las consecuencias del estigma. Dianova International.
- Bustos, D. C., & Bustos, D. C. (2024, 5 junio). Cinco tipos de esquizofrenia y sus causas. Blogs MAPFRE. https://www.salud.mapfre.es/enfermedades/psiquiatricas/los-tipos-de-esquizofrenia/#Causas_de_la_esquizofrenia
- Campaña para la reducción del estigma en salud mental. (s. f.). OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/campanas/haz-tu-parte#:~:text=Tambi%C3%A9n%20se%20refiere%20a%20la,la%20condici%C3%B3n%20de%20salud%20mental>
- Esquizofrenia Cigna. (s. f.). <https://www.cigna.com/es-us/knowledge-center/hw/temas-de-salud/esquizofrenia-aa46937>
- World Health Organization: WHO. (2022, 10 enero). Esquizofrenia. https://www.who.int/es/newsroom/factsheets/detail/schizophrenia?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwxNW2BhAkEiwA24Cm9Afpb-KVXhpIMKOPceAa3dRUarSpDvHAMkJRSQ688GGSCevy7rtRoCytQQAvD_BwE

Sobre la autora

Mariel Anahí Pérez Rodríguez. Doctorante en Estudios Psicosociales, Maestra en Estudios Psicoanalíticos y Licenciada en Psicología. Estudios realizados en la Facultad de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) Morelia, Michoacán, México. Líneas de investigación: Salud mental, estigmatización, psicosis, esquizofrenia y trastornos mentales. Campo de interés: Estigma social en contextos de salud mental, las voces en la esquizofrenia y su ayuda en la clínica, así como el abordaje de la esquizofrenia desde el psicoanálisis. Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3182-3701>. Mail: 0839210x@umich.mx

ENTRE SUSURROS Y CALMA: ¿PUEDE EL ASMR, DISMINUIR EL ESTRÉS?

Sara Hernani Benítez Roa



Resumen

¿Has sentido un cosquilleo u hormigueo que se dispara en diferentes regiones de tu cuerpo cuando observas algo que te relaja, o esa sensación de alivio ante un sonido especial que, por breves momentos, te hace sentir en calma? Este artículo habla de ese momento de bienestar que te provocan ciertas acciones sensoriales cotidianas y que, mediante susurros llamados Respuesta Sensorial Meridiana Autónoma (ASMR, *Autonomous Sensory Meridian Response*) logran debilitar los pensamientos aprensivos, incluso provocando el sueño. Se ahonda en este tema debido a sus características novedosas y a los artículos que presuntamente respaldan su veracidad como futura herramienta. ¿Cómo funciona el ASMR? ¿Podría ser un tratamiento del estrés? ¿qué porcentaje de viabilidad y confiabilidad tiene esta estrategia cerebral/mental?

Introducción

En un mundo donde los eventos a menudo parecen más caóticos y los problemas en el trabajo invaden nuestros pensamientos, generando emociones negativas e insomnio, siempre buscamos una solución, aunque sea temporal. Sabemos que el ejercicio y los hobbies ayudan a crear ese espacio mental que necesitamos, y muchas personas recurren a ellos en busca de paz. Sin embargo, para quienes no tienen mucho tiempo, la web se convierte en un recurso valioso en el que encuentran la Respuesta Sensorial Meridiana Autónoma (ASMR).

Esta medida se ha popularizado en los últimos años, pero ha tenido mayor impacto durante la pandemia, al ser la comunicación a través de redes sociales y plataformas digitales. Aunque estas fueron una solución temporal para evitar contagios, el uso creciente de estos sistemas condujo al agotamiento emocional, al déficit de atención y a una sobrecarga cognitiva; en consecuencia, se comenzó a buscar diferentes formas de mitigar la declinación del bienestar psicoemocional, lo que llevó al contenido ASMR.

¿Te preguntarás por qué se habla tanto del estrés? ¿Qué importancia tiene reducirlo? Las respuestas se basan en las últimas actualizaciones médicas. Es cierto que vivir con estrés es normal y esencial para la supervivencia; sin embargo, la exposición prolongada y recurrente conduce a un estado de agotamiento que puede agravarse por síntomas inespecíficos y por la debilidad del sistema inmunológico. Una vez afectado el sistema inmunológico, las enfermedades se vuelven cada vez más frecuentes, lo que favorece el desarrollo de alergias y otras, como el cáncer. No solo el sistema inmunológico está involucrado en esta afección, sino que el impacto psicológico también puede desencadenar trastornos psiquiátricos.

Aquí es donde el ASMR ha despertado el interés tanto del público como de la comunidad científica. Algunas personas describen esta experiencia como una sensación agradable que suele comenzar en el cuero cabelludo y extenderse a otras partes del cuerpo. Estos sonidos actúan a nivel del núcleo cerebral encargado de los sentimientos de gratificación y que, junto con la activación

en ondas cerebrales como las alfa, encontradas durante el trance hacia el sueño y a la relajación, son esenciales para esta sensación, sin embargo, aún no se sabe muchos sobre su fisiología (Lee et al., 2022).

Los puntos que hay que tomar en cuenta en el mecanismo que desencadena el ASMR son:

1. La activación de regiones cerebrales asociadas con el placer y la gratificación.
2. La aparición de sensación de cosquilleo o aumento de la sensibilidad en la piel.
3. La disminución de la frecuencia cardíaca.
4. Un estado de relajación que puede facilitar la transición al sueño.

No todas las personas experimentan el ASMR. Se estima que aproximadamente el 20% de la población podría ser sensible a estos estímulos, aunque la frecuencia exacta aún se está estudiando. Entre los desencadenantes más frecuentes se encuentran los susurros, los sonidos suaves y repetitivos, la observación de tareas cotidianas realizadas con cuidado y la interacción amable o con atención personal (Figura 1). Ante esta diversidad de gustos, se puede elegir un estímulo específico, que constituye una nueva forma de combatir el estrés, la ansiedad y los pensamientos intrusivos generados por la cotidianidad y el estigma de las redes sociales, mediante la aplicación de distintos sonidos, imágenes, entre otros, lo que mejoraría el estado de ánimo o, al menos, disiparía la atención (Ludwig y Khalidi, 2024).

Ante sus posibles efectos y las todavía numerosas interrogantes que plantea, cabe

preguntarse: ¿puede el ASMR convertirse en una herramienta de apoyo para favorecer nuestro bienestar? No obstante, no sustituye la atención profesional cuando el estrés, la ansiedad o el insomnio son persistentes.

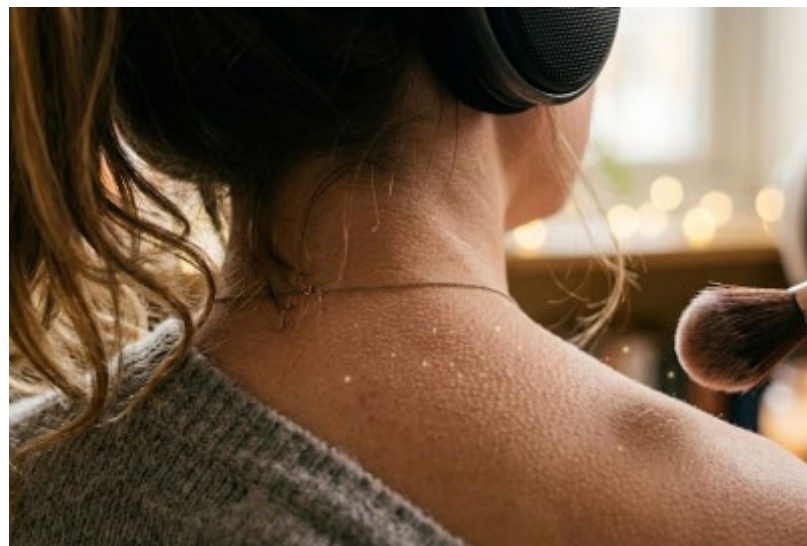


Figura 1. Google. (2026). *Persona que percibe el cosquilleo de ASMR* [imagen generada por Gemini]. Gemini (versión del 2026-05-31). google.com

¿Cómo influye el ASMR en las emociones?

Hasta ahora, entendemos que quienes perciben esta respuesta son propensos a experimentar una mayor estimulación emocional e incluso a empatizar. Esto se puede explicar gracias a la conductividad de las redes neuronales, en específico, “la red ejecutiva central”, íntimamente asociada a la regulación de pensamientos y emociones. Sin embargo, se observa que, cuanto mayor sea la intensidad de este hormigueo, independien-

temente de si se relaciona de forma positiva o negativa, menor será la capacidad de procesamiento y adaptación del cerebro (Wang et al., 2026).

Teniendo en cuenta esta respuesta de estimulación, podemos afirmar que se trata de un estado, un rasgo y un proceso psicológicos en los que el usuario presenta temporalmente una sensación de hormigueo (Figura 2). Solo se encuentra en cierto porcentaje de personas, y el proceso se debe a la combinación de diferentes estímulos que desencadenan experiencias perceptivas y emocionales (Ludwig & Khalidi, 2024).

La evidencia neurocientífica también confirma la participación cognitiva. Tras un estudio de resonancia magnética, se establece que los usuarios que experimentan este tipo de placer tienden a inferir e intentar comprender la susceptibilidad de los demás, es decir, “ponerse en los zapatos de los demás” (Ludwig & Khalidi, 2024).



Figura 2. Google. (2026). *Persona disfrutando el ASMR* [Imagen generada por Gemini]. Gemini (versión del 2026-05-31). google.com

¿Hay evidencia de que el ASMR pueda ayudarnos?

Un estudio realizado en 2022 en Corea del Sur encontró una relación en el decremento del estrés, disminución de la frecuencia cardíaca e incremento de la concentración a través del ASMR y sonidos binaurales (dos tonos diferentes en el sonido, uno en el lado derecho y otro en el izquierdo, BB), explicando la correlación a través de un monitoreo cerebral de los participantes universitarios. Cabe recalcar que los sujetos en los que se estudió tuvieron que presentar diversos exámenes para comprobar patologías emocionales, como la escala de estrés percibido (PSS), inventario de depresión (BECK- II), índice de gravedad de insomnio (ISI) e inventario ansiedad (STAI-S) y seguir las instrucciones instauradas por el equipo, que consistían de ver al menos 15 minutos durante el día y ver 30 minutos de ASMR antes de acostarse (Lee et al., 2022).

Aunado a ello, un estudio de Sakurai et al. (2023) menciona que, durante su estudio con 30 estudiantes que refieren no saber qué es el ASMR y que no tienen problemas emocionales o psiquiátricos, se les dio la tarea de ver 5 videos seleccionados sobre dicho tema. Se concluyó que los participantes mostraron una estimulación auditiva y audiovisual y reportaron la activación de regiones cerebrales como el giro frontal medio, el núcleo accumbens y la corteza insular, todas implicadas en la dimensión emocional y excitatoria de la sensación experimentada.

En los esfuerzos por saber qué pasa en nuestro cerebro cuando se ponen a prueba estos sonidos, se encontró a través de la resonancia magnética que se activan distintos puntos cerebrales descritos anteriormente, como lo es la ínsula; sin embargo, agregaron la participación de la amígdala cerebral, lo que explicaría la disminución de la frecuencia cardíaca y la presión arterial, provocando el descanso.

El efecto de la sensación meridiana es discutible hoy en día, ya que los científicos presumen que se trata de una respuesta placebo, lo que significa que el cerebro piensa que, con esta sensación, estás sanando tanto el dolor físico como el psicológico. Sin embargo, no le estás dando un tratamiento activo. Este efecto placebo se debe a la liberación de endorfinas y dopamina, lo que produce una sensación temporal de alivio.

Terashima et al. (2024) determinaron la frecuencia más probable para generar ASMR, entre 44 Hz y 55 Hz; es decir, valores graves como desencadenantes de ese “hormigueo”, lo que nos indica que una voz más profunda y gruesa puede darnos esa sensación que nos gusta. Esto no es una regla, ya que existen diferentes texturas y Hz que pueden promover el placer del sonido.

Por otra parte, se ha evaluado la asociación entre ASMR, neuroticismo y ansiedad, resaltando que quienes tienen la capacidad de experimentar ASMR son más propensas a experimentar estados emocionales negativos y a la ansiedad.

¿Alguna vez te has preguntado si el ASMR podría ser una opción aún mejor que otras formas de relajarse?

A medida que el ASMR gana cada vez más popularidad, también existe una relación un poco competitiva con otras técnicas similares. Por ejemplo, hay un estudio que compara la biofilia—una forma de conectar con la naturaleza mediante estímulos sonoros y visuales que tiene un efecto relajante—con el ASMR. En ese estudio, la biofilia obtuvo una puntuación ligeramente inferior a la del ASMR. Sin embargo, lo interesante es que la biofilia también provocó respuestas fisiológicas positivas, como una disminución en la frecuencia cardíaca, respiratoria y la presión arterial, además de aumentar la actividad de ondas alfa durante momentos de relajación en estado de vigilia.

Una manera muy popular de calmar nuestra mente y lograr relajación o concentración es escuchar música clásica, que comparte muchas similitudes con el efecto del ASMR, ya que activa los mismos centros cerebrales. La diferencia principal es que la música suele responder de manera más suave, aunque aún se requiere más investigación para comprender plenamente estos efectos.

Últimamente también se han desarrollado diversos programas digitales de salud mental, los cuales cuentan con plataformas móviles que ofrecen ejercicios de respiración adecuada, reflexiones, meditación como el

mindfulness y seguimiento del estrés a través de relojes inteligentes, pero estos abordan temas específicos de salud mental, evitando la integración o agrupación de otras plataformas para un beneficio común, lo que provoca una menor audiencia (Abueva et al., 2025).

¿Existe alguna manera más emocionante de activar el ASMR?

Debido a la popularidad y la sensación de bienestar que han experimentado los usuarios, Kaleva y Riches (2023), en su artículo “Adéntrate en los susurros y las sensaciones de hormigueo: realidad virtual multisensorial para una mayor relajación y bienestar”, sugieren que la realidad virtual del ASMR, utilizada mediante gafas, puede ser una excelente aliada, ofreciendo una experiencia de inmersión total. Esto la convierte en una posible estrategia complementaria en colaboración con profesionales de la salud mental.

Actualmente, se ha desarrollado el MDI-STUDENT (Modelo de Intervención Digital para el Tono Emocional y Neurotraumático del Estudiante), que busca superar las plataformas comunes mediante la integración de ASMR, realidad virtual, desintoxicación de redes sociales y un diario de reflexiones. Esta propuesta tiene como objetivo aliviar el estrés, la ansiedad y fomentar la resiliencia emocional y la higiene digital.

Conclusión

Es notable cómo las afecciones psicoemocionales están en aumento hoy en día, y también, cómo nuestro cerebro intenta lidiar con estos problemas mediante diversos estímulos, como la respuesta sensorial meridiana autónoma. Esto nos brinda muchas oportunidades para ayudar a reducir diversos padecimientos psicológicos, lo cual es muy alentador.

El ASMR es una revolución de sentidos y emociones con efectos neuronales que todavía están en estudio, en el cual se resaltan las texturas sonoras y movimientos visuales lentos; esperemos que muy pronto estas características puedan ser adecuadas a los diferentes gustos personales. Aún se necesitan estudios con muestras más grandes, mejores grupos de comparación y seguimiento a largo plazo.

En esta ocasión, solo hablamos de una herramienta que ha dado resultados y que se busca integrar con otras formas de esparcimiento ante el estrés crónico; sin embargo, faltan más investigaciones para determinar cómo aprovechar sus beneficios o incluso prescindir de ella, ya que hay usuarios que afirman no tener ASMR.

Referencias

- Abueva, N., Buzelo, A., Wu, Y., Turniyazova, Z., Karakushev, D., & Obrenovic, B. (2025). Digital technologies and student mental health: Risks of social media and the promise of virtual reality and autonomous sensory meridian response interventions. *Psychology Research and Behavior Management*, 18, 2179–2191. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S540053>
- Lee, M., Lee, H. J., Ahn, J., Hong, J. K., & Yoon, I. Y. (2022). Comparison of autonomous sensory meridian response and binaural auditory beats effects on stress reduction: A pilot study. *Scientific Reports*, 12(1), 19521. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24120-w>
- Ludwig, D., & Khalidi, M. A. (2024). Autonomous sensory meridian response (ASMR) and the functions of consciousness. *Cognitive Science*, 48(5), e13453. <https://doi.org/10.1111/cogs.13453>
- Kaleva, I., & Riches, S. (2023). Stepping inside the whispers and tingles: Multisensory virtual reality for enhanced relaxation and wellbeing. *Frontiers in Digital Health*, 5, Article 1212586. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1212586>
- Terashima, H., Tada, K., & Kondo, H. M. (2024). Predicting tingling sensations induced by autonomous sensory meridian response (ASMR) videos based on sound texture statistics: A comparison to pleasant feelings. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 379(1908), 20230254. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0254>
- Sakurai, N., Nagasaka, K., Takahashi, S., Kasai, S., Onishi, H., & Kodama, N. (2023). Brain function effects of autonomous sensory meridian response (ASMR) video viewing. *Frontiers in Neuroscience*, 17, Article 1025745. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1025745>
- Wang, X., Xu, Z., Liu, C., et al. (2026). Why ASMR responders show different emotional experiences during ASMR episodes. *Current Psychology*, 45, 668. <https://doi.org/10.1007/s12144-025-08514-3>

Sobre la autora

Sara Hernani Benítez Roa. Médico pasante del servicio social en la Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Actualmente, su tesis se concentra en afecciones derivadas de estrés con relacionándolo con problemas dermatológicos. Email: 200200118@usalud.edu.mx



MÁS ALLÁ DEL PLACER: LA INFLUENCIA DE LA PORNOGRAFÍA EN EL BIENESTAR PSICOLÓGICO DE LOS JÓVENES

Ashlee Giselle Aguilar-Alonso



Resumen

La pornografía es un fenómeno consumido mundialmente por su fácil acceso, sin embargo presenta consecuencias en la vida, la salud y la integridad de las personas, pues ofrece un modelo de sexualidad alejado de la realidad y de los propios deseos. Distorsiona la manera en que los jóvenes se relacionan sexual y afectivamente con otros, pues buscan estándares inalcanzables tanto de belleza como de actividad sexual; normaliza actos violentos y de sumisión de parte del hombre hacia la mujer y altera el funcionamiento correcto de sus consumidores, pues se encontró evidencia de que quien consume tal contenido se encuentra más irritado, aburrido, con cambios de ánimo disfóricos, y, se relaciona con problemas como la depresión, estrés y conductas de dependencia, pues al ser un contenido adictivo provoca una reducción en la conexión emocional con las experiencias sexuales reales. Además, cuando ocurre una exposición temprana a contenido sexual, la capacidad de afrontamiento se ve rebasada generando una carga emocional excesiva, lo que puede desencadenar una respuesta de supervivencia, afectando la etapa del desarrollo de los niños.

--

La pornografía es un contenido de vídeos e imágenes, entre otros formatos, diseñado para suscitar excitación sexual en quienes lo consumen. Es importante reconocer que una gran cantidad de personas a nivel mundial, incluidos adolescentes y niños, acceden a ella. En México, somos de los países que más

consumen pornografía, debido a que es muy fácil de conseguir, incluso sin buscarla, en redes sociales y otras plataformas. Por eso, te animo a explorar y comprender cómo la pornografía, más allá de ofrecer placer, también puede ser un factor dañino para tu salud y bienestar, poniendo en riesgo tu integridad.

La pornografía ofrece un modelo de sexualidad completamente tecnificado, como si fuera una receta de cocina con pasos universales que es posible adquirir y dominar, y que hay que seguir al pie de la letra para que el plato final salga bien. En contraste con esto, el verdadero sentido de las relaciones sexuales, lejos de ser una secuencia de pasos y prácticas que ocurren siempre en el mismo orden y de la misma manera, tiene que ver realmente con los propios deseos, con todo aquello que despierta nuestro placer y con el encuentro con quien nos atrae, sin que existan un conjunto de reglas más allá de la voluntad y el consentimiento (Instituto de la Mujer de Castilla-La Mancha, 2022).

Ballester et al. (2019) han encontrado que más de la mitad de los adolescentes de 14 a 17 años accede regularmente a contenido pornográfico. Además, la edad promedio a la que los hombres tienen su primer contacto con la pornografía es de 13 años, mientras que en las mujeres es de 14 años, lo que indica una exposición temprana a este tipo de contenido (como se citó en Muñoz, 2024).

Así es como podemos empezar a hablar de una generación de pornonativos; esos jóvenes que han tenido acceso al porno antes que a sus propias experiencias relacionadas con la sexualidad y la erótica. Cuando los estereotipos de la pornografía se integran,

muchas veces intentan reproducirse. Por eso, cuando los y las jóvenes inician sus relaciones eróticas después de haber recibido, entre otras cosas, el “ejemplo” de esa pornografía que propone estándares casi inalcanzables tanto en belleza como en actividad sexual, aceptar ese modelo sin cuestionarlo puede generar todo tipo de dificultades. Estas dificultades pueden llevar no solo a imitar ciertos comportamientos, sino también a sentir miedo ante las propias relaciones eróticas (Instituto de la Mujer de Castilla-La Mancha, 2022).

Existen evidencias que sugieren que el consumo frecuente de pornografía puede tener un impacto negativo en la salud de los adolescentes y jóvenes. Entre las principales afectaciones que suelen experimentar quienes consumen este contenido se encuentran la irritabilidad, el aburrimiento constante y los estados de ánimo disfóricos, alteraciones emocionales caracterizadas por un malestar profundo y duradero (Figura 1). Además, este tipo de contenido, que puede ser adictivo, ha sido vinculado a diversos problemas psicológicos, como la depresión, la ansiedad, el estrés y las conductas de dependencia, lo que demuestra su posible impacto en el bienestar psicológico y emocional (Suárez Luna et al., 2025).

El consumo constante también puede influir en cómo manejamos nuestras emociones y sentimientos, lo que nos puede hacer sentir menos conectados emocionalmente con las experiencias sexuales reales. Esto sucede porque, al crear este tipo de contenido, a menudo no se muestra un interés emocional previo, sino solo el acto en sí.



Figura 1. *Inseguridades en la percepción de sí mismo y la manera en que se relaciona con los demás* (imagen generada con MetaIA).

Las repercusiones también abarcan el desarrollo de la sexualidad, un proceso en el que la manera en que se experimenta y se entiende puede verse influida y, en algunos casos, distorsionada por el consumo de pornografía. Esto puede llevar a que se normalicen actos violentos y de sumisión, en los cuales el hombre ejerce control sobre la mujer, y a que la mujer pierda el dominio sobre su conducta y experiencia sexual, impactando su bienestar y autonomía.

Según Álvarez-Segura et al. (2025), un mayor consumo de medios sexualizados suele estar vinculado a una mayor probabilidad de coacción, perpetración y victimización entre adolescentes que ya son sexualmente activos. Este tipo de consumo comienza a volverse problemático, ya que en estos contenidos también se reflejan muchas normas acerca de cómo deben lucir los cuerpos de hombres y mujeres, especialmente en relación con sus genitales. Como los deseos de los protagonistas, que parecen estar diseñados para disfrutar exactamente de los mismos gestos y posturas, esto puede afectar la duración de los encuentros y las prácticas que suelen mostrarse, que en su mayoría son muy llamativas, poco frecuentes o poco realistas en una situación real, especialmente en cuanto a los roles de hombres y mujeres: ellas muchas veces son representadas en un papel pasivo y sumiso, además de ser vistas como objetos de cosificación, víctimas del poder y, en ocasiones, de la fuerza que a estos les concede un papel dominante (Instituto de la Mujer de Castilla-La Mancha, 2022).

De esta manera, se puede observar que el consumo continuo afecta la capacidad de procesamiento emocional y afectivo, lo que reduce la conexión emocional con experiencias sexuales reales. Esto se debe a la forma en que se graba este contenido, ya que no muestra un interés emocional previo al acto sexual, sino únicamente el acto en sí. Por eso, la repetida exposición a contenidos explícitos favorece la desensibilización a los estímulos sexuales convencionales, generando una disminución en la satisfacción sexual y una creciente necesidad de estímulos más intensos o novedosos (Suárez Luna et al., 2025).

Cuando la exposición sexual ocurre demasiado pronto / Lo que los niños ven y no pueden comprender

Un trauma puede entenderse como aquella respuesta a situaciones que rebasan la capacidad de afrontamiento de una persona, de acuerdo con Pierre Janet, cuando tal acontecimiento genera una carga emocional excesiva y todos los recuerdos asociados a él no logran integrarse de manera adecuada, lo que propicia su fragmentación y su aparición repentina, y esto afecta el bienestar psicológico y la adaptación del individuo en sí mismo (Salvador, 2009).

Álvarez-Segura et al. (2025) señalan que, a menudo, la pornografía carece de restricciones e incluso de consentimiento, lo que hace que su contenido sea parcialmente violento. Es así como, para quienes aún están desarrollándose sexualmente, este tipo de contenido resulta difícil de interpretar con precisión y puede desencadenar respuestas de supervivencia, ya que supera la capacidad de procesamiento de los menores, lo que resulta en un efecto traumático. En este caso, presenciar eventos sexualmente violentos constituye una experiencia inapropiada para la etapa de desarrollo de los niños, incluso cuando no impliquen violencia física ni lesiones a terceros. Tal perspectiva sitúa a la pornografía y su consumo como eventos potencialmente inapropiados y traumáticos para el desarrollo de los niños y adolescentes.

Cuando los infantes se encuentran en edades y etapas tempranas de su desarrollo, carecen de capacidad de pensamiento crítico y tampoco son capaces de discernir entre las cosas que son buenas o aquellas que resultan perjudiciales. Esto subraya aún más los riesgos de desarrollo asociados a dicha exposición de este contenido (Álvarez-Segura, 2025).

Como mencionábamos antes, el trauma ocurre cuando no estamos preparados para afrontar una situación. La visualización temprana del contenido pornográfico encaja en esta definición, ya que puede sobrepasar la capacidad de procesar lo que ven. Esto puede alterar sus marcos de referencia y distorsionar los esquemas básicos que les ayudan a entender y adaptarse al mundo de manera saludable. Un evento traumático suele ser amenazante, inesperado y desagradable. La sexualidad en los adolescentes e infancia debería desarrollarse de forma gradual para que puedan comprenderla mejor. Cuando están expuestos a contenido perturbador, este proceso natural de crecimiento sexual puede pasar desapercibido, lo cual afecta su desarrollo sexual de manera negativa (Álvarez-Segura, 2025).

Por un lado, el haber visualizado este contenido despierta curiosidad e incluso atracción sexual; sin embargo, se encuentran atrapados entre esos factores y el impacto de las imágenes sexuales explícitas, así como las consecuencias que ello genera. Tal curiosidad puede despertar un interés genuino por descubrir y conocer más sobre su sexualidad, pero a menudo este interés va acompañado de miedo, ira e incluso asco, derivados del acontecimiento traumático (Álvarez-Segura, 2025).

En general, esta exposición puede provocar reacciones psicológicas muy variadas que dependen tanto de las características de cada menor como del tipo de contenido al que hayan estado expuestos. Una de esas respuestas puede ser la disociación, que se entiende como un mecanismo de defensa mediante el cual el menor intenta desconectarse de la situación que percibe como peligrosa y difícil de afrontar, o en algunos casos, esconder lo que le está sucediendo. Desde esta mirada, la disociación se concibe como una respuesta adaptativa, una estrategia para sobrevivir a experiencias que superan su capacidad emocional y cognitiva para comprenderlas e integrarlas. Sin embargo, esta reacción puede resultar bastante alarmante, ya que guarda similitudes con los mecanismos observados en víctimas de abuso sexual infantil (Álvarez-Segura et al., 2025). Se ha detectado que los niveles altos de disociación en estas experiencias sexuales están relacionados con mayor disfunción sexual y una mayor probabilidad de desarrollar conductas sexuales compulsivas en la adultez. Además, puede dificultar el procesamiento de estas experiencias, lo que puede llevar a procesos de revictimización y a dificultades en el futuro para construir una vida sexual saludable y una buena relación con la propia sexualidad (Álvarez-Segura et al., 2025).

En el caso de niñas y adolescentes, diversos autores sugieren que la exposición temprana a contenidos pornográficos puede favorecer el uso de mecanismos disociativos como una manera de escapar psicológicamente de escenas percibidas como violentas, degradantes y humillantes. La presencia constante de representaciones asociadas a la impotencia, la sumisión o la objetivación

sexual puede dificultar la elaboración emocional de sus experiencias. Si las mujeres no logran encontrar recursos adecuados para comprender e integrar lo observado, pueden desarrollar actitudes de indefensión o de resignación ante determinadas dinámicas relacionales. Esto representa un riesgo que puede incrementarse en entornos familiares y sociales donde los vínculos de respeto, protección, contención y cuidado se han visto previamente vulnerados a raíz de esta problemática (Álvarez-Segura et al., 2025).

Entre las consecuencias derivadas de este acercamiento prematuro se encuentran diversos indicadores negativos para la salud mental (Figura 2), como la baja autoestima, los sentimientos persistentes de vergüenza y culpa, las distorsiones cognitivas acerca de uno mismo y de las relaciones interpersonales, así como una mayor vulnerabilidad a conductas autolesivas (Álvarez-Segura et al., 2025).

Así es como podemos ver que las afeciones al infante incluyen una distorsión en el desarrollo de la sexualidad, una mala construcción de la identidad, una autoestima afectada y se compromete el bienestar psicológico de niños, adolescentes y jóvenes.

Referencias

- Salvador, M. C. (2009). El trauma psicológico: un proceso neurofisiológico con consecuencias psicológicas. *Revista de Psicoterapia*, 20(80), 5-16. <https://doi.org/10.33898/rdp.v20i80.835>
- Álvarez-Segura, M., Fernández, I., El Kasmy, Y., Francisco, E., Gallo Martínez, S., Ortiz Jiménez, E. M., & Butjosa, A. (2025). Impact of pornography consumption on children and adolescents: A trauma-informed approach. *Frontiers in Child and Adolescent Psychiatry*, 4, 1567649. <https://doi.org/10.3389/frcha.2025.1567649>

Muñoz Villanueva, C. (2024). Consumo de pornografía y normalización de conductas violentas en las relaciones sexuales de los jóvenes. *Atlánticas. Revista Internacional De Estudios Feministas*, 9(1), 1-26. <https://doi.org/10.17979/arief.2024.9.1.9401>

Instituto de la Mujer de Castilla-La Mancha. (2022). Impacto de la pornografía en personas jóvenes. https://institutomujer.castillalamancha.es/sites/institutomujer.castillalamancha.es/files/documentos/paginas/archivos/1_impacto_de_la_pornografria_en_personas_jovnes.pdf

Suárez Luna, J. C., Bernal Urcia, E. G., & Ríos Vásquez, N. N. (2025). Desnudando a la pornografía: Repercusiones en la salud mental de jóvenes. *Academio*. <https://doi.org/10.30545/academio.2025.n2.1195>

Sobre la autora

Aguilar-Alonso Ashlee Giselle, psicóloga, estudiante de sexto semestre en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México. Email: ashleegiselleag@gmail.com



Figura 2. *Experiencias diferentes, mismas heridas* (imagen generada con Meta IA)

ESCUCHAR A LAS JUVENTUDES PARA COMPRENDER SU TIEMPO

ENTREVISTA CON EL DR. JOSÉ ALFREDO
NATERAS DOMÍNGUEZ SOBRE IDENTIDAD,
SALUD MENTAL Y PARTICIPACIÓN POLÍTICA



En esta ocasión, en **Encuentros con la Ciencia**, abordaremos el tema de **las juventudes actuales y la salud mental**, un tema urgente que debe abordarse con información científica, sensibilidad y sin prejuicios.

¿Qué significa ser joven en México? ¿Cómo influyen la familia, las redes sociales y las condiciones de vida en el bienestar emocional? Para conversar sobre estas preguntas, docentes y estudiantes de PaCiencia Pa'Todos dialogaron con el Dr. José Alfredo Nateras Domínguez, profesor investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, y especialista en culturas e identidades juveniles, imaginarios de la violencia y la muerte, significaciones de los cuerpos, uso social de las drogas y espacios de diversión.

Para comenzar, es importante aclarar que ser joven en la actualidad implica atravesar una etapa llena de posibilidades, aprendizajes y transformaciones, pero también afrontar retos complejos. Las exigencias académicas, la incertidumbre laboral, las dificultades económicas, la violencia, la discriminación y la inquietud por el futuro pueden afectar el bienestar emocional. A esto se suma la presencia constante de las redes sociales, que facilitan la comunicación, la difusión de información y la construcción de comunidades, pero también pueden generar comparación, presión por ajustarse a ciertos modelos de éxito, exposición al ciberacoso y una necesidad permanente de aprobación. Pero empecemos por la entrevista sobre los encuentros con la ciencia.

PaCiencia Pa'Todos (Miguel Maldonado, profesor de Escuela Nacional Preparatoria): ¿Qué despertó su interés por estudiar a las juventudes?

Dr. José Alfredo Nateras Domínguez: Mi acercamiento comenzó cuando estudiaba Psicología Social en la UAM Iztapalapa. Participamos en un proyecto de investigación-acción y teníamos que trabajar con grupos de jóvenes. Era un campo que muchos consideraban complicado. Yo también era joven y me sentía cercano a algunas de sus expresiones culturales, en particular al rock.

Me llamaron la atención el graffiti, la música, las formas de vestir y los espacios de encuentro. Pero también observé que esas expresiones solían provocar juicios y estigmas. Quise comprender lo que significaban para quienes las viven, así como las condiciones sociales que influyen en sus experiencias.

PaCiencia Pa'Todos (Miguel Maldonado): Después de tantos años de investigación, ¿cuáles han sido sus principales satisfacciones?

Dr. Nateras: Una de sus mayores contribuciones ha sido crear espacios en los que los jóvenes se sientan cómodos al hablar de sí mismos. A veces, acompañarlos significaba ayudarlos a mostrar sus expresiones culturales en la universidad y asegurarse de que sus voces fueran escuchadas desde su propia experiencia. También ha sido muy enriquecedor conocer de cerca a grupos juveniles que a menudo enfrentan muchos prejuicios. Algunas de las personas con quienes he trabajado han atravesado dificultades tanto materiales como familiares. Escuchar sus historias

nos permite descubrir una sensibilidad y una humanidad que a veces se olvidan cuando solo se les juzga por una etiqueta.

PaCiencia Pa'Todos (Selene Pascual Bustamante, profesora FES Cuautitlán): Usted prefiere hablar de juventudes, en plural. ¿Qué nos ayuda a entender esta palabra?

Dr. Nateras: Nos recuerda que no hay una sola forma de ser joven. La edad, por sí sola, dice muy poco sobre la vida de una persona. Sus oportunidades y dificultades también están relacionadas con el género, la clase social, la pertenencia étnica y el lugar en el que vive.

Ser joven en un entorno de privilegio es muy distinto a serlo en una comunidad donde se enfrenta a la discriminación, la violencia o la falta de oportunidades. Incluso dentro de una misma ciudad existen experiencias juveniles muy diferentes. Si queremos comprender sus necesidades, primero debemos reconocer esa diversidad.

PaCiencia Pa'Todos (Selene Pascual Bustamante): ¿Cuál es la mejor manera de acercarnos a esas experiencias?

Dr. Nateras: Preguntarles. Parece sencillo, pero muchas decisiones dirigidas a las juventudes se toman sin escucharlas. Las personas adultas solemos partir de lo que creemos que nos interesa o de los problemas que creemos tener.

Es mejor acercarse a sus espacios, conversar y preguntarles cómo les va, qué les preocupa y qué esperan del futuro. Las y los jóvenes conocen su vida cotidiana. Ese conocimiento debe formar parte de cualquier iniciativa que busque apoyarlos.

PaCiencia Pa'Todos (Calean Herrera Caballero, profesor de la Universidad Tecnológica de Tula): En la conversación también surgió el tema de la violencia. ¿Cómo pueden las condiciones de vida influir en la salud emocional?

Dr. Nateras: Las emociones no pueden separarse del contexto en el que vive una persona. La exclusión, la discriminación, la presión escolar o la falta de perspectivas de futuro pueden afectar profundamente cómo una persona joven se siente y se relaciona con los demás.

La violencia en el hogar requiere especial atención. La familia es uno de los primeros espacios en los que niñas, niños y adolescentes aprenden a convivir. Cuando en ese entorno presencian o padecen violencia, pueden llegar a considerarla una forma habitual de resolver conflictos. Eso no significa que inevitablemente la reproduzcan, pero sí evidencia la necesidad de ofrecerles apoyo y otras formas de relacionarse.

PaCiencia Pa'Todos (Uriel Trejo Monterrubio, estudiante): A menudo se les llama «generación de cristal» a las personas jóvenes. ¿Qué piensa de esa expresión?

Dr. Nateras: Antes de usarla, habría que preguntarse qué queremos decir con ella. A veces se emplea para señalar que algunas personas jóvenes tienen dificultades para enfrentar una crítica, una discusión o una ruptura afectiva. Esas situaciones pueden vivirse con mucha intensidad cuando aún se están desarrollando los recursos para manejar las emociones.

Sin embargo, una etiqueta no explica a toda una generación. Nos ayuda más preguntarnos cómo aprenden las y los jóvenes a afrontar los desacuerdos y qué acompañamiento reciben. También debemos revisar cómo expresamos nuestras críticas. En la escuela, por ejemplo, señalar lo que puede mejorar en un trabajo es necesario; hacerlo de manera respetuosa favorece que el estudiante aprenda de esa experiencia.

PaCiencia Pa'Todos (Casandra Chavarría Zavala, estudiante): Las redes sociales ocupan un lugar importante en la vida cotidiana. ¿Cómo han cambiado la construcción de la identidad y las relaciones entre los jóvenes?

Dr. Nateras: Han creado otras maneras de encontrarse. Hoy una persona puede conversar con jóvenes de otros lugares, compartir intereses y formar parte de comunidades sin conocer presencialmente a todos sus integrantes. Esos espacios pueden brindar un sentido de pertenencia y permitir que alguien encuentre compañía en torno a la música, el humor, una causa o una experiencia compartida.

Al mismo tiempo, hay situaciones que debemos atender: el ciberacoso, la exposición de información privada, el contacto con personas que buscan engañar o abusar de menores y la presión para obtener aprobación. Las redes no tienen un único efecto. Su influencia depende de cómo se usan y de las circunstancias de quienes participan en ellas.

PaCiencia Pa'Todos (Casandra Chavarría Zavala): ¿Qué hay detrás de la búsqueda constante de seguidores, de aprobación o de popularidad?

Dr. Nateras: Para algunas personas, la visibilidad digital se ha convertido en una forma de reconocimiento. Los seguidores y las reacciones pueden parecer una medida del valor personal. Vale la pena preguntarse qué necesidades de pertenencia o de aceptación se expresan a través de esa búsqueda.

Esto no significa que toda persona que publica contenido busque llenar un vacío. Significa que, cuando la aprobación externa se vuelve indispensable para sentirse bien, conviene prestar más atención a lo que ocurre en sus relaciones y en su vida cotidiana.

PaCiencia Pa'Todos: ¿Cómo observa el uso de la inteligencia artificial entre los estudiantes?

Dr. Nateras: Puede apoyar el aprendizaje, pero su uso plantea una pregunta: ¿qué parte del trabajo intelectual sigue realizando el estudiante? Si una herramienta elabora por completo una tarea, se pierde la oportunidad de leer, analizar, argumentar y escribir con ideas propias.

Necesitamos aprender a utilizarla de manera que fortalezca esas capacidades. Puede ayudar a explorar un tema o a organizar la información, siempre que quien estudia conserve la responsabilidad de pensar, contrastar y elaborar sus propias conclusiones.

PaCiencia Pa'Todos (Guadalupe Esperrilla Mendoza, estudiante): Usted ha investigado el uso social de las drogas. ¿Por qué algunas personas jóvenes recurren a las sustancias?

Dr. Nateras: No existe una explicación única. En algunos casos intervienen la curiosidad y la experimentación. En otros, la presión de los amigos o el deseo de ser aceptado por un grupo. También pueden influir la soledad, las dificultades familiares o las preguntas personales sobre el futuro y el sentido de la propia vida.

Por eso es importante escuchar cada situación. Pertenecer a una cultura o a un grupo juvenil no implica que todas las personas compartan las mismas prácticas. Si queremos comprender el consumo y prevenir daños, debemos atender tanto a las decisiones individuales como a las relaciones y condiciones sociales que las rodean.

PaCiencia Pa'Todos (Ma. Andrea Trejo Márquez, profesora de la FES Cuautitlán): Las generaciones vinculadas a los movimientos estudiantiles de 1968 y 1971 tuvieron formas de organización muy visibles. ¿Cómo compara su compromiso político con el de las juventudes actuales?

Dr. Nateras: Los contextos han cambiado y, con ellos, las formas de participar. Los grandes movimientos estudiantiles marcaron otras épocas y abrieron debates fundamentales. Hoy, muchas personas jóvenes se organizan en torno a causas específicas: los derechos de las mujeres, la diversidad sexual, el medio ambiente, la defensa de las comunidades indígenas o la lucha contra distintas formas de violencia.

Algunas no se identifican con los partidos políticos, pero eso no significa que carezcan de interés por lo que sucede en la sociedad. Su participación puede manifes-

tarse en colectivos, espacios comunitarios, universidades y redes digitales. Para reconocerla, necesitamos ampliar nuestra idea de lo político.

PaCiencia Pa'Todos (Selene Pascual Bustamente): ¿Qué pueden hacer los docentes y las familias para construir una mejor relación con las juventudes?

Dr. Nateras: Dialogar entre generaciones. Eso implica recordar que nuestras experiencias no son idénticas a las suyas y evitar que la conversación comience con un juicio. Podemos compartir lo aprendido a lo largo de nuestra vida, pero también debemos estar dispuestos a escuchar lo que ellas y ellos saben sobre su propio tiempo.

Comprender a las juventudes requiere cercanía, preguntas honestas y espacios donde puedan hablar. Ese diálogo es un punto de partida para acompañarlas mejor.



El profesor José Alfredo Nateras Domínguez es doctor y maestro en ciencias antropológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM). Cuenta con una Maestría en Psicología Social por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), una especialidad en Coordinación de Grupos Operativos por la Escuela Interdisciplinaria de Aprendizaje y Comunicación Grupal (EIDAC), y es Licenciado en Psicología Social por la UAM Unidad Iztapalapa.

Entre sus actividades académicas actualmente se desempeña como Profesor-Investigador de Tiempo Completo Nivel C, en la UAM Unidad Iztapalapa, además de coordinar el Diplomado “Culturas Juveniles. Teoría e Investigación”, en dicha institución. Es miembro del Núcleo Básico del Posgrado en Psicología Social (Maestría y Doctorado), del Colegio de Profesores de la Licenciatura en Psicología Social y jefe del área de investigación “Acción colectiva e identidades emergentes”, todos ellos de la UAM Unidad Iztapalapa.

A lo largo de su formación académica ha sido acreedor de premios y distinciones entre los que podemos mencionar:

- Mención Honorífica en la Maestría en Psicología Social,
- Medalla al Mérito Universitario por el mejor promedio de su generación en la Maestría en Antropología Social.
- Medalla al Mérito Universitario, por el mejor promedio de su generación en el Doctorado.

Primer lugar en el Concurso Nacional de Tesis sobre Juventud 2011, en la categoría de Tesis de Doctorado, organizado por el Instituto Mexicano de la Juventud.

Reconocimiento de Profesores de Tiempo Completo con Perfil Deseable del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PRO-DEP) de junio de 2021 a junio de 2023.

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II (SIN-II / 2021-2025), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El Dr. Nateras ha tenido una reconocida trayectoria a nivel nacional e internacional, siendo profesor invitado en varias universidades de Centro y Sudamérica, además ha publicado más de 100 artículos en revistas, libros (coordinados y colectivos) y medios periodísticos, entre los que podemos mencionar:

- (2021) *Territorios juveniles y Afectividades divergentes*. México: Ediciones del Lirio y UAM-I.
- (2021) *Juventudes sitiadas y resistencias afectivas*. Tomo IV. Registros simbólicos (música, consumos, religión, amor). México: Gedisa. UAM-I (EN PRENSA).
- (2019) con Salvador Cruz: *Juventudes en fronteras. Identidades, cultura y violencia*. México: El Colef, Tijuana.
- (2016, 2019) *Juventudes sitiadas y resistencias afectivas*. Tomo I, II, III. Acción Colectiva e Identidades. México: GEDISA/UAM-I.
- (2015) *Vivo por mi madre y muero por mi barrio. Significados de la violencia y la muerte en el Barrio 18 y la Mara Salvatrucha*. México: Segunda Edición. TIRANT y UAM-I.
- (2007) *TKE? Artistas de la piel y decoración corporal en jóvenes*. 2007. México: Ed. Ríos de Tinta-México. Ed. Tinta Blanca-Argentina.
- (2002) *Jóvenes, culturas e identidades urbanas*. Miguel Ángel Porrúa. UAM-I. México.

Las líneas de investigación en las que se desarrolla son: culturas e identidades juveniles, las significaciones de los cuerpos, imaginarios de la violencia y la muerte, uso social de las drogas y espacios del divertimento, y pandillas transnacionales.

Nota: Esta entrevista fue realizada en el programa Encuentros con la Ciencia, en el que participaron los profesores Miguel Maldonado Gordillo, Selene Pascual Bustamente, Caeon Joel Herrera Caballero y Ma. Andrea Trejo Márquez, y los estudiantes de la Facultad de Estudios Superiores; Casandra Chavarría Zavala, Ma. Guadalupe Esperilla Mendoza y Uriel Trejo Monterrubio.

Si te interesa puedes ver la entrevista completa en:

https://www.youtube.com/@paciencia_patodos



LOCOS"/"LOCAS": ENMASCARAMIENTO SOCIAL DE PERSONAS QUE QUEDAN FUERA DE LOS MARCOS DE FILIACIÓN, RECONOCIMIENTO Y PERTENENCIA EN EL MÉXICO POSTCOLONIAL

Maricela Márquez Villeda



Resumen

Históricamente, a través de la instauración de mecanismos de poder y control social se han acuñado categorías para enmascarar personas y/o grupos de personas que resultan incómodas para los estándares de sociedades “desarrolladas” y “pulcras” ideales de la modernidad; de esa manera “el leproso” y “el apestado” fueron las categorías que en la Edad Media condujeron a muchas personas al rechazo colectivo; esto, como parte de una estrategia de aislamiento para evitar el “contagio de la población sana”. En ese sentido, la sociedad disciplinaria y de “blanquitud social” del México postcolonial no fue la excepción, y bajo las etiquetas de “locos” y “locas” enmascaró sistemáticamente a personas en las que constantemente se intersecaban más de una condición de desventaja social, con el objetivo de negar problemáticas no resueltas; lo que da cuenta de que las categorizaciones a manera de mecanismos de poder y control pueden evolucionar, pero siempre serán una forma de sostener un orden social.

—

El punto de partida es la conjetura de que las etiquetas o catalogaciones de “locos” y “locas” en las sociedades postcoloniales se utilizaron frecuentemente como una forma de enmascaramiento para personas y problemáticas sociales, producto de sistemas sociales que no querían o no podían desarrollar políticas públicas para evitar que personas con desventajas sociales, económicas y culturales, o que vivían alguna condición de vulnerabilidad, quedaran fuera de los mar-

cos de protección, filiación y cuidado de la sociedad. Además, la situación se complicaba cuando dichas personas presentaban más de una condición que las vulneraba, como podrían ser pobreza y enfermedad; y era todavía más complicada cuando se daba una acumulación o interseccionalidad de situaciones como marginación, migración, desplazamiento, adicciones, disidencias sexuales, vejez, e incluso minoría de edad. En ese sentido, Andrés Ríos Molina da cuenta de estas interseccionalidades en su libro “Los pacientes del Manicomio La Castañeda y sus diagnósticos” (2018), dejando de manifiesto que era recurrente que se acumularan factores como la indigencia, la migración y algún trastorno mental en una misma persona.

En sistemas postcoloniales como México, producto de tres siglos de colonialismo y marcado por la construcción de sociedades que han replicado prácticas de “blanquitud social”, las cuales, parafraseando a Bolívar Echeverría, forman parte de un sistema de privilegios, estatus y valores culturales que se han heredado y practicado desde la colonia (2020); se ha provocado que se deje de lado o se rechace lo que no se ciñe a ese estrecho marco, generando que muchas personas queden a la deriva de servicios básicos de salud, así como de pertenencia y de desarrollo laboral y económico. Ya desde los primeros siglos de la colonia en México empezaron a gestarse “dispositivos” para ocultar las cantidades de gente pobre, enferma o alcohólica que deambulaban por la recién nacida Nueva España; dichas personas fueron uno de los primeros efectos colaterales de una violenta invasión que trajo consigo despojo sistémi-

co y catástrofe demográfica, la cual implicó, desde una fuerte disminución de población indígena, hasta extensos grupos de gente con pérdida de identidad sociocultural, desterrada y/o desterritorializada.

Si bien, las conquistas o invasiones y los conflictos sistémicos que de ellas se derivan pueden no ser las causantes directas de enfermedades mentales en la población, pensadores como Franz Fanon (1963)² reconocen la enfermedad mental como un padecimiento real, al tiempo que argumentan que esta puede tener una fuerte influencia de la sociedad y la cultura, lo que abre el debate hacia la “posibilidad de vincular las enfermedades mentales con las contradicciones irresolubles de las sociedades coloniales y postcoloniales” (Stevens, 2018), aunado a lo anterior, la sociedad colonial y la subsecuente sociedad independiente de México, establecieron formas de gobierno y de políticas públicas que no alcanzaron a “abrazar” adecuadamente a las personas con enfermedades mentales latentes y a las que fueron declaradas como tal sin contar al menos con un diagnóstico médico. En la época colonial muchas personas que provenían del campo o de muy bajo nivel económico, que vivían en situación de calle permanente o pasajera, fueron destinadas a los famosos “asilos para dementes”; y ya en el siglo XIX eran recluidas en manicomios como La Castañeda, otrora hospital psiquiátrico construido en el porfiriato con la intención de internar personas con enfermedades mentales y “corregir” desórdenes mentales y sociales³, sobre todo en miras de los festejos del Centenario de la Independencia, donde Porfirio Díaz quería

mostrar la imagen de México como un país moderno y progresista, y el hacinamiento de gente en condiciones paupérrimas deambulando en las calles, no encajaba con dicha imagen.

La Castañeda pasó por diferentes períodos de gestión hasta su cierre total en 1968; en muchas de estas etapas, sus condiciones eran lúgubres, sucias y de hacinamiento crítico; además, hubo una tendencia constante al oscurantismo psiquiátrico, ya que prevalecían ideas arcaicas basadas en supersticiones (Figura 1), lo que conllevaba a maltratos físicos y tratamientos médicos violentos hacia las personas recluidas allí; además, se les estigmatizó como “locos”, “embruados” o “poseídos por el demonio”⁴.



Figura 1. Ilustración de portada de la *Revista Mexicana de Higiene Mental*, octubre de 1940, tomo 1, núm.1, vol.1. <https://salud-mental.historicas.unam.mx/revista-mexicana-de-higiene-mental/RMHM-v1-octubre-1940>

En ese sentido, se refuerza la premisa de que en la sociedad moderna mexicana etiquetar o juzgar a alguien como “loco” o “loca”, se trataba más bien de un “dispositivo” para denostar, estigmatizar, invisibilizar e incluso ocultar físicamente personas que se encontraban fuera del “frame social correcto”, que no pertenecen, que se salen de los márgenes, y que representan una identidad social degradada, que no tiene nada que ver con el ideal de personas “íntegras”, “equilibradas” e incluso “bellas” y “deseables” de la modernidad. No es casual que dicho hospital llegara a conjuntar casi 3 300 personas de forma simultánea, de las cuales la gran parte eran “las más pauperizadas: disidentes políticos, mujeres insumisas, personajes incómodos, pobres sin rumbo ni hogar” (Hernández, 2023); las cuales se puede decir que formaban parte de una estrategia de limpiamiento visual y social, o como lo describe Foucault, de “juegos de exclusión que se repiten frecuentemente en los mismos lugares, con los pobres, los vagabundos, los jóvenes de correccional y las “cabezas alienadas” (1972:8). Asimismo, en esta estrategia de limpiamiento y juego de exclusión, en La Castañeda las mujeres -algunas de ellas trabajadoras sexuales y muchas otras no- tuvieron particulares categorizaciones y diagnósticos, ya que sus historias sexuales resultaban de bastante interés para los médicos, incriminándoles un desenfreno carnal y catalogándolas como presuntas “locas”; a este respecto, es importante mencionar los testimonios de mujeres recabados por Cristina Rivera Garza en dicho hospital,⁵ en los que da cuenta de que si bien, la mayoría de ellas provenían de contextos

pobres, marginados y excluidos, y algunas eran transgresoras de la ley y/o alcohólicas, al mismo tiempo había mujeres con actividades intelectuales intensas (poetas escritoras, activistas); a todas ellas, Rivera Garza las consideró mujeres atípicas, anti heroínas e insurrectas de un proceso inconcluso (Maya, 2012:1655) ; y así lo documentó con la entrañable pero trágica historia de Matilda Burgos en su libro Nadie me verá llorar (2014), reclusa de La Castañeda diagnosticada con “locura moral” (Figura 2)⁶.



Figura 2. Trazo digital basado en la fotografía de Modesta Burgos (Matilda Burgos) tomada por Kati Horna en el Manicomio General La Castañeda, México, 1945.

Lo cierto es que La Castañeda y varias clínicas o “granjas de higiene mental” que de ella derivaron fueron una forma de poder disciplinario para la regulación del comportamiento de personas que “mostraban incapacidad para sobrellevar la naturaleza paradójica de los contextos coloniales y postcoloniales opresivos” (ídem); y en ese

sentido, la pregunta sería si los gobiernos y la sociedad actual hemos desarrollado las suficientes estrategias y políticas para brindar contención, cuidado y protección a las personas con más vulneraciones y desventajas en lo social, económico y cultural; o si, por el contrario, seguimos replicando el “dispositivo” de exclusión; y si, al igual que las figuras del “loco” y la “loca” sustituyeron a la del “leproso” (Foucault, 1998:17-18), estaremos reproduciendo viejos esquemas de enmascaramiento para el “limpiamiento social” y generando nuevas estrategias para normalizar dicho enmascaramiento; o produciendo nuevos esquemas de enmascaramiento con viejas estrategias de normalización (Figura 3).

Notas

[1] En el sentido que lo desarrolla Giorgio Agamben, teorizando acerca de los preceptos de Michel Foucault en las ponencias (Dichos y escritos vol. III, 229, 1979):

“Como un conjunto resueltamente heterogéneo que compone los discursos, las instituciones, las habilitaciones arquitectónicas, las decisiones reglamentarias, las leyes, las medidas administrativas, los enunciados científicos, las proposiciones filosóficas, morales y filantrópicas. En fin, entre lo dicho y lo no dicho...El dispositivo siempre tiene una función estratégica concreta, inscrita en una relación de poder. Como tal, el dispositivo resulta del cruzamiento de relaciones de poder y de saber” (Agamben, 2011:250).

[2] En su libro *Los condenados de la tierra* (1963), principalmente en su quinto capítulo, “Guerra colonial y trastornos mentales”, el autor reflexiona y documenta sobre el trauma psicológico en la población originaria de África, Asia y América ante la invasión y el despojo de los colonialistas europeos (N/A).

[3] Incluso al interior del hospital, había ‘niveles’ o ‘secciones’; “existía un pabellón de los epilépticos, “imbéciles” e infecciosos, mismo al que se canalizaron a las prostitutas, homosexuales y personas con enfermedades venéreas” (Archivo General de la Nación, 2022).

[4] *Revista Mexicana de Higiene Mental*, del Instituto de Investigaciones Históricas, en: <https://saludmental.historicas.unam.mx/la-castaneda/breve-historia>

[5] Dichos testimonios forman parte del libro *La Castañeda. Narrativas dolientes desde el Manicomio General*, escrito por la autora en 2010.

[6] Era uno de los diagnósticos más frecuentes para describir enfermedades mentales femeninas. Cualquier mujer con un pasado sexual adúltero, exhibicionista o con actitudes tales como “apasionamiento desbordado” podía catalogarse dentro de los desequilibrios mentales (Rivera Garza 2010: 202).

Fuentes de consulta

Agamben, G. (2011). ¿Qué es un dispositivo? *Sociológica*, 26(73), 249-264. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732011000200010

Archivo General de la Nación (2022). *La Castañeda: el estigma y el cuidado de la salud mental en México*. <https://www.gob.mx/agn/articulos/la-castaneda-el-estigma-y-el-cuidado-de-la-salud-mental-en-mexico?idiom=es>

Echeverría, B. (2020). “Blanquitud” Considerations on racism as a specifically modern phenomenon. *Revista Nueva Realidad. Pensamiento Progresista e Incluyente*, (1), 4-10. bolivare.unam.mx

Fanon, F. (1963). *Los condenados de la tierra*. Fondo de Cultura Económica.

Foucault M. (1998). *Historia de la locura*. Fondo de Cultura Económica.

Foucault, M. (1979). *Dichos y escritos*. Vol. III. Paidós.



Figura 3. Nicolás Ponce. *Casa de locos*, México, 2002. Colección privada.

- Hernández, A. (2023). Dos retratos de Modesta Burgos. Cuerpo, memoria y locura. *Revista Espora, sección Cultura y Arte*. <https://espora.udlap.mx/dos-retratos-de-modesta-burgos-cuerpo-memoria-y-locura/>
- Instituto de Investigaciones Históricas. (2026). *Salud Mental. Fuentes para la historia de la Psiquiatría*. <https://saludmental.historicas.unam.mx/la-castaneda/breve-historia>
- Maya González, J. A. (2012). Sobre Cristina Rivera-Garza, La Castañeda. Narrativas dolientes desde el Manicomio General. *Historia Mexicana*, 61(4), 1650-1660. <https://historiamexicana.colmex.mx/index.php/RHM/article/view/233>
- Ríos Molina, A. (2018). *Los pacientes del Manicomio La Castañeda y sus diagnósticos*. Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- Rivera Garza, C. (2014). *Nadie me verá llorar*. Tusquets
- Rivera Garza, C. (2010). *La Castañeda: narrativas dolientes desde el Manicomio General México, 1910-1930*. Tusquets
- Stevens, G. (2018). Lo que Fanon aún nos enseña sobre la enfermedad mental en las sociedades poscoloniales. *The Conversation*. <https://doi.org/10.64628/AAJ.4pn9pu5jw>

Sobre la autora

Maricela Márquez Villeda. Doctora en Comunicación por la Universidad Iberoamericana; Maestra en Artes Visuales por la Academia de San Carlos de la UNAM; y Diseñadora de la Comunicación Gráfica por la UAM-Azcapotzalco. Es investigadora con reconocimiento SNII y desarrolla las líneas de investigación Comunicación y Crítica de la Cultura, especializada en la interseccionalidad de categorías sociales y su cruzamiento con imagen y representación gráfica. En ese marco, realizó una Estancia de Investigación con Michel Maffesoli en el Centre d'études sur l'actuel et le quotidien (CEAQ) Sorbonne Université, Paris, France. Actualmente es subdirectora de Desarrollo Editorial en la STCONAPO de la Secretaría de Gobernación. E-mail: maricelamarquevilleda20@gmail.com

DIBUJAR, UNA ACTIVIDAD QUE EQUILIBRA LAS EMOCIONES

Huberta Márquez Villeda



Resumen

El dibujo es una actividad humana que desarrolla el ser humano desde que empieza a conocer su cuerpo, a medir su fuerza y a controlar sus movimientos. Gesticulaciones gráficas con diferentes medios que van del rayonismo al garabateo controlado, en blanco y negro o con colores fuertes. Es en este sentido que los artistas de finales del siglo XIX, convergen en los trazos, los gestos y las expresiones, y que por ello son categorizados como locos, enfermos. Sin saber que es su época quien los orilló a crear otras obras que le sirven para equilibrar la mente y sus emociones. Artistas con nombre propio que al día de hoy suenan como los revendes en contra de la academia. Lo anterior conlleva a una reflexión sobre el dibujo y su vínculo con el ser humano, que en otros momentos estas acciones dibujísticas fueron categorizadas como desenfrenadas y faltos de elocuencia.

—

El dibujo es una actividad que el ser humano ha desarrollado desde sus primeras etapas de conocimiento de su propio cuerpo, de la medición de su fuerza y del control de sus movimientos. Consiste en gesticulaciones gráficas realizadas con diferentes medios, que van desde el rayonismo hasta el garabateo controlado, en blanco y negro o con colores intensos y determinantes. Esto demuestra que el ser humano aprende, a través de su propia experiencia, a representar lo que percibe del mundo. Manes y Niro (2021) afirman que el ser humano se define por sus cualida-

des emocionales, tanto positivas como negativas (p. 19), pero, sobre todo, por su capacidad para mediarlas según las situaciones. Es conveniente considerar que el ser humano es un ser sentipensante que regula su mente en función de ciertas necesidades. Lo anterior constituye una reflexión sobre el dibujo y su vínculo con el ser humano; sin embargo, en otros momentos, estas acciones dibujísticas han sido categorizadas como desenfrenadas y carentes de elocuencia.

...Poetas malditos, pintamamarrachos inmorales, pelirojo loco (Van Gogh), El lunático que abandono a su familia (Gauguin), cuadros confeti (Seurat), enfermo sexual (Toulouse-Lautrec)... y en general se les trato como apesados. (Valero 1983, p. 47)

Fernando Valero, en 'Diálogos con el arte', destaca que los artistas de finales del siglo XIX aportaron mucho a París, pero también señala que París les dio mucho a ellos (1983, p. 47). Sus categorías expresan cierta duda sobre su potencial artístico; aunque en su tiempo estaban alineadas con las rupturas que justificaban el paso de lo tradicional a lo moderno, hoy muchas de esas etiquetas se asocian con posibles problemas mentales. Pero, ¿qué es el arte si no un lenguaje que ayuda a mantener el equilibrio mental de quienes están en desequilibrio y a desafiar a los que están en equilibrio? Todo esto, sin que el arte busque justificar cada una de sus expresiones, en función de intereses sociales o propios. Cuando el arte se vincula con las emociones, las expresiones y las acciones humanas, se convierte en un reflejo

de múltiples realidades sociales, naturales, culturales, políticas y religiosas que, por su propia naturaleza, se integran en todo cambio como una simbiosis de lo humano. En ese sentido, Fischer (1994) sostiene que el arte puede desaparecer a medida que la vida se vuelve más equilibrada (p. 5). Esos cuadros, que algunos llaman confeti, representan la esencia pura del acto pictórico: natural, libre y sin adornos de cualquier representación no figurativa, reflejando su propio tiempo a través de la mente, las percepciones sensoriales y expresiones elocuentes que mantienen una conexión humana, lógica o ilógica, con los medios y materiales del arte plástico.

Los dibujos de finales del siglo XIX se liberaron de la pintura y la escultura, aunque ya había ocurrido algo parecido antes, este momento marcó su plena libertad de expresión. Al mismo tiempo, conservaron la esencia de documentos gráficos que reflejan y siguen reflejando los pensamientos y las actividades científicas mediante apuntes visuales. Encontraron en la psicología y la educación nuevos ámbitos de aplicación; se transformaron en actividades lúdicas y recreativas, pero siempre manteniendo la libertad en su expresión. Además, algunos dibujos continuaron sirviendo de bases preliminares para grandes obras pictóricas, escultóricas, arquitectónicas y de otras disciplinas artísticas. Ahora es evidente que el dibujo cumple múltiples funciones y adopta diversas formas, sin limitarse a una sola, lo que enriquece su significado y valor.

Los dibujos emancipados buscaron en los trazos y las líneas su lugar común, tomaron de los colores gamas tonales para for-

talecer los trazos y los gestos; se trataba de pintar o de dibujar no la cosa, sino el efecto de la cosa (1983, p. 48). Los lenguajes se fusionaron, resultaron dibujos, pinturas y pinturas dibujadas. Esto no fue resultado de una mente enferma, sino de una mente en transición, en cambio, de una mente que responde a un todo, donde la percepción se abrió al mundo para sentir los colores de la naturaleza, los aromas de los árboles, el sonido del río y el movimiento del viento. La forma de vida cambió con ello, y con ello la vida cobró otra forma.

En este caso Edwar Munch (1863/1944), hizo pinturas dibujadas, implementando nuevos medios, medios directos que le permitiesen gesticular de forma inmediata su hacer pictórico. Hasta los 45 años, Munch luchó por superar la psicosis incipiente pintando imágenes de su atormentado pasado infantil (1979, p. 150). Los trazos lineales verticales de las piezas pictóricas eran un ejercicio mecánico y repetitivo, parte de su estilo, pero también el resultado de su percepción mental de las cosas, de las experiencias, de las formas. Con ello, Munch dejó al mundo del arte pintando de otra manera. Pintar con otros motivos, pintar desde la acción pictórica en vínculo con las experiencias conscientes e inconscientes.

Dibujar y pintar son actividades que, desde tiempos antiguos, han sido esenciales para documentar y comprender la historia de la humanidad y mostrar cómo hemos evolucionado a lo largo del tiempo. Aunque dibujar no era algo nuevo, lo que sí lo era era la idea misma de hacerlo. Cuando los artistas comenzaron a enfocarse en la realidad

inmediata, a menudo fueron considerados locos, maniáticos o incluso esquizofrénicos. Por ejemplo, según Valero, Van Gogh era visto como un inadaptado, pero también como alguien que cumplía con su deber social (p. 50), y se dice que sus síntomas reflejaban solo una legítima inconformidad ante la absurda estupidez de la sociedad (p. 50). Las líneas en movimiento, superpuestas y yuxtapuestas transmiten distintas sensaciones; no solo muestran la noche estrellada, sino que esa noche en particular es muy especial y llena de significado.

Los colores reafirman lo que los trazos registran, las manchas de colores dadas por medio de trazos en mezclas yuxtapuestas responden a una conexión entre mano y mente. *"Déjame seguir tranquilamente mi trabajo"* (1979, p. 146), escribe Van Gogh a su hermano Theo. La psicosis lo llevó a estar un tiempo en el hospital y, con la calma que este le dio, logró pintar el cuarto en el que se encontraba. Calmado y sereno.

A partir de lo anterior, el arte, o algunos productos dibujísticos y pictóricos, han sido categorizados como el arte de los locos o el art brut, término acuñado para piezas con trazos agrestes, casi sin sentido, con colores brillantes y estridentes, pero, sobre todo, para piezas que, desde la psicoterapia, se consideran actividades comunes dentro de los manicomios.

En esta película, *El artista* (2008), se reflexiona en profundidad sobre temas como el valor del arte, la autoría y el reconocimiento del artista. La historia invita a pensar que el arte no es solo técnica y talento, sino que

también está influido por el contexto social, mental y emocional. Además, conecta la historia con el discurso contemporáneo del arte y quién tiene la autoridad para validar una obra. La película nos muestra la vida de Romano, un hombre mayor que cuida Jorge, su enfermero en un hospital geriátrico. También se enfoca en el dibujo, y presenta escenas donde Romano toma un bolígrafo y, con un gesto que conecta su mano con su rostro, logra que el dibujo cobre vida. El movimiento de sus manos y sus ojos transmiten toda su emoción y esencia. Romano no solo dibuja con sus manos; dibuja con todo su ser humano, un ser que aunque parece alejado del mundo, está profundamente conectado a él.

Las tomas cinematográficas cerradas y subjetivas de Mariano Conh y Gascón Duprunt (2008) no permiten ver exactamente lo que hace Romano, pero sí dejan claro lo que observa Jorge. Su expresión facial al ver los dibujos revela que algo en ellos lo sorprende y lo lleva a actuar de manera inesperada. Los dibujos de Romano no son simplemente bocetos o pruebas de cosas u objetos; son creaciones que surgen de su conexión con el mundo. Son trazos libres que reflejan percepciones, formas e ideas que, con el tiempo, se transforman en obras de arte contemporáneo.

Romano, un día, deja de dibujar y Jorge se preocupa. Le trae nuevos materiales: tintas, sí, tintas que deja caer sobre los sustratos, creando con ello dibujos, nuevos dibujos, chorreados, negros, negando, aparentemente, todo acto dibujístico. ¿Será que Romano, en su percepción del nuevo mundo

en el que se encuentra ahora, requiere nuevas expresiones? Son como el arte bruto, el arte de los locos, dice el curador cuando ve los dibujos que Jorge ha llevado a una galería. Jorge solo guarda silencio y afirma. Afirma lo que es en sí; Romano es el artista... Romano, paciente de un hospital geriátrico que dibuja compulsivamente, sin intención de "ser artista". Jorge o Romano son "el artista»: uno por mostrar las obras y el otro por crearlas (Capistrán, 2026). Discurso que llegó con los aportes de un arte nuevo al cierre del siglo XIX y que dejó al siglo XX la puerta abierta al objeto encontrado.

Para finalizar, es importante mencionar que las enfermedades mentales han existido desde hace mucho tiempo: mentes trastornadas y tensas, enfermedades que durante muchos años han sido tratadas de forma inhumana, mecanismos del hombre para el hombre que derivaron en tratos violentos y grotescos. Enfermedades que en los siglos XV y XVI se trataban mediante exorcismos y se atribuían a la posesión demoníaca. Los esquizofrénicos, que viven de alguna manera aislados emocionalmente de la sociedad, pero con conciencia del mundo real, un mundo que no les es indiferente, como en el caso de Edvard Munch, Van Gogh y Romano, no se conciben como tales, sino que se sienten en una prisión consigo mismos, entre los límites de lo personal y lo social (La mente, 1979, p. 60). Conscientes de su responsabilidad con el mundo, pero aislados del mismo, llevaron el dibujo y la pintura a una dimensión que en otros tiempos no habrían podido alcanzar.

El dibujo ha sido utilizado en la ciencia terapéutica para ayudar a los enfermos mentales, pero, al mismo tiempo, es posible que se esté creando paralelamente un arte que no pertenece al mundo del arte, sino al de los enfermos mentales.

Referencias

- Capistrán, V. (2026). Reflexiones teóricas entre el dibujo y el artista. Clase de Dibujo V.
- Fischer, E. (1994). La necesidad del arte. Planeta: España.
- Manes, F., Niro, M. (2022). Ser humanos. Paidós: México
- Valero, F. (1983). Diálogos con el arte. SEI: México. Enciclopedia Colección científica. (1979). La mente. TIME LIFE. Obra cinematográfica
- Mariano Conh y Gascón Duprant. (2008). El artista. Argentina

Sobre la autora

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.



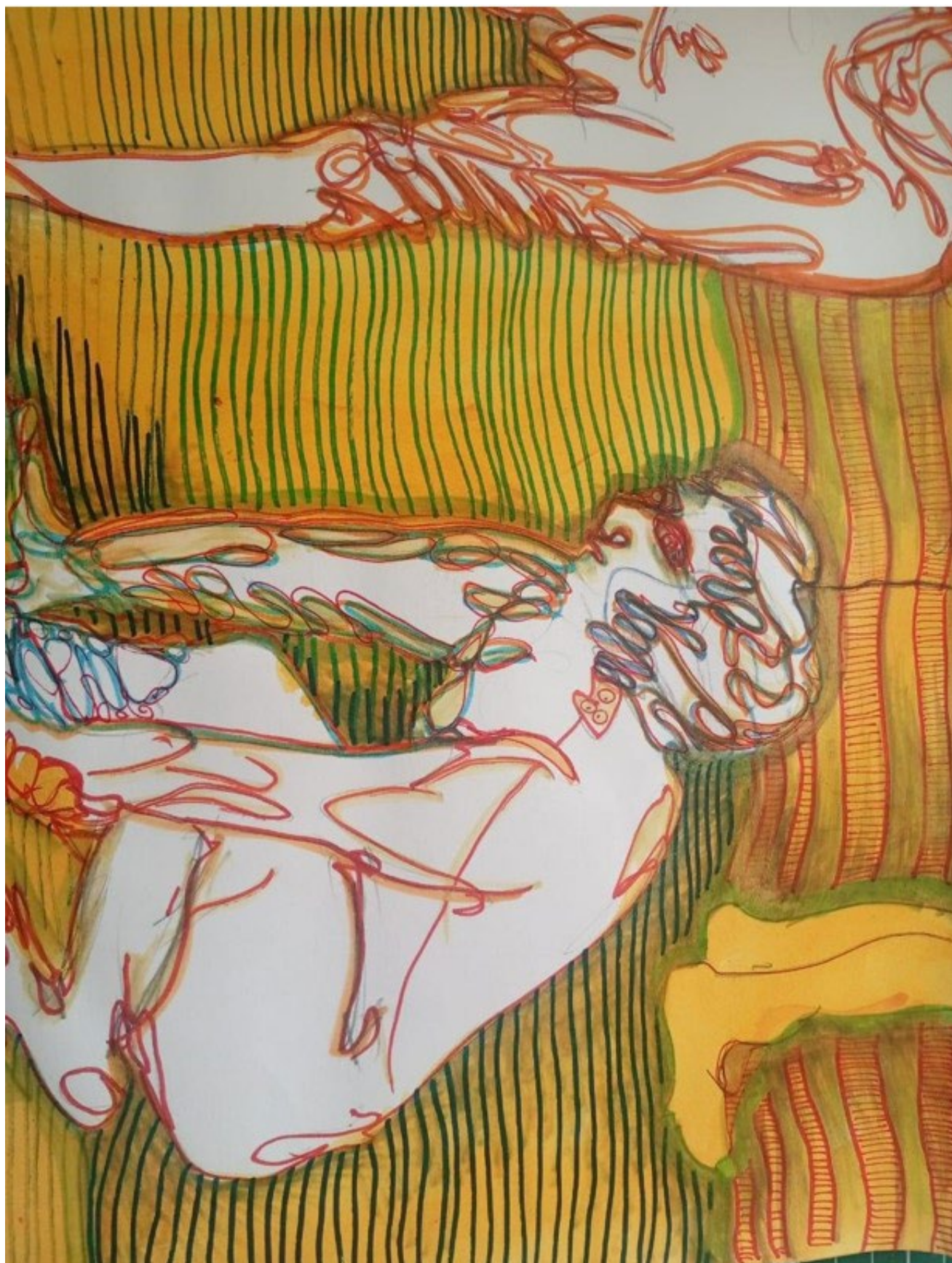
Los lirios 1. Huberta Márquez Villeda. Plumón sobre papel, 2025



Los lirios 2. Huberta Márquez Villeda. Plumón sobre papel, 2025



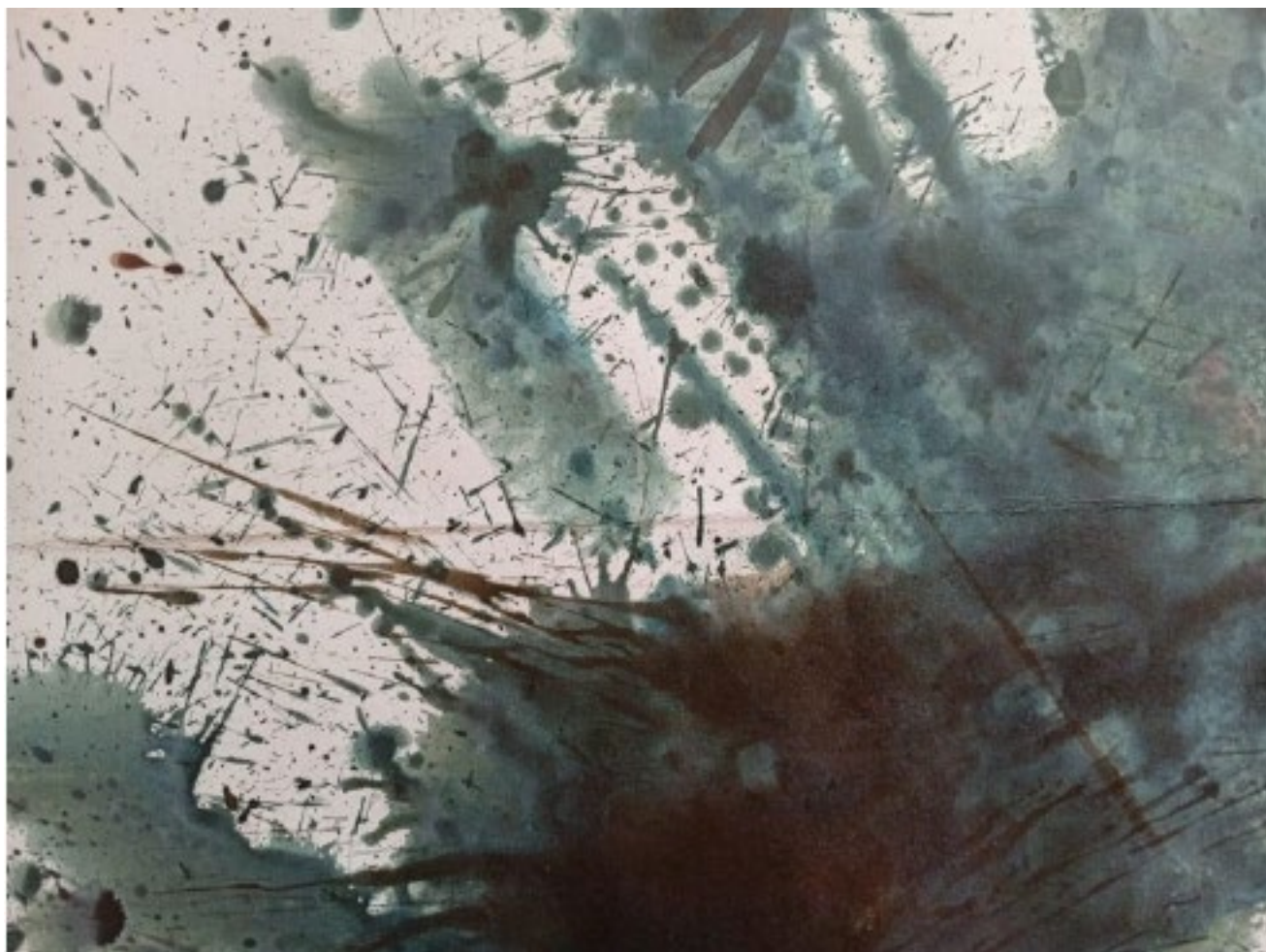
Angustia 3. Huberta Márquez Villeda. Plumón sobre papel, 2025



Angustia 4. Huberta Márquez Villeda. Plumón sobre papel, 2025



Romano 6. Huberta Márquez Villeda. Tinta sobre papel. 2024



Romano 5. Huberta Márquez Villeda. Tinta sobre papel. 2024

¿QUÉ HONGO CON EL DESCORTEZADOR DE PINO?

Grisel Paz Ramírez, Lorena López Rodríguez y
Cristina Burrola Aguilar



Resumen

Hola, me llamo *Dendroctonus* y soy un insecto descortezador; es decir, vivo y me reproduzco bajo la corteza de los árboles. Hoy vengo a contarte una historia de conquista. Mi historia comienza hace sesenta millones de años, cuando los últimos dinosaurios aún dejaban sus huellas en el fango y la Tierra se configuraba entre distintos eventos climáticos. El mundo era un lienzo de coníferas, un mar verde y denso que parecía infinito. Desde aquellos tiempos primitivos, mi propósito ha sido el mismo, colonizar árboles. Imagínate: un ser diminuto, desafiando a titanes de madera que rozaban el cielo. Aprendimos a escuchar el susurro de los árboles. No el susurro del viento en sus copas, sino el de sus debilidades. Aquí, te presento más detalles sobre mi vida y cómo me he convertido en uno de los mayores enemigos de los árboles.

Vida y obra de un descortezador

¿Alguna vez has caminado por el bosque y has sentido que alguien te observa? ¿Has escuchado la frase “nunca estás realmente solo”? Bueno, cuando pienses que estás solo en el bosque, déjame decirte que no es así. Aquí estamos nosotros, los descortezadores, viviendo dentro de los árboles. Soy un insecto diminuto, mido menos de un centímetro y tengo un par de antenas aplanadas que me permiten detectar a cientos de metros el delicioso olor de un árbol enfermo o estresado —es como un perfume que me vuelve loco—.

Además, cuento con un escudo que protege mis alas reales, las que me permiten volar kilómetros en busca de un nuevo huésped. Mi coloración varía entre marrón oscuro, rojo o negro; parezco inofensivo, pero te sorprendería con lo que soy capaz.

He evolucionado durante millones de años para tener el superpoder de perforar la madera de los árboles, ingresar al interior y alimentarme de ellos —me encantan los pinos—; al mismo tiempo, construyó pequeños túneles, que son un sello característico de cada una de mis especies, como las huellas digitales de tus manos; cada especie tiene una forma particular de construir su casa. En estos túneles deposito mis huevecillos; al emerger, las larvas me ayudan a devorar por completo el árbol (Figura 1). A pesar de esto, soy un insecto muy importante en los bosques, ¿te imaginas...? ¿Qué sería de los bosques sin alguien que se alimentara de todos esos pinos enfermos? Bueno, probablemente exagero un poco, porque mis amigos, los hongos, también se encargan de eso, pero te platicaré de ellos más adelante. Como les contaba, mi presencia en los bosques es fundamental, ayudo con la renovación de los árboles y el movimiento, transformación y reciclaje de nutrientes.

Confieso que, algunas especies de mi familia tienen problemas de agresividad, atacan árboles sanos, como *Dendroctonus mexicanus* o *D. frontalis*, se juntan entre ellos y atacan en grupo, lo que provoca la muerte de miles de árboles, ocasionando un desequilibrio en los ecosistemas y no me pregunten si me siento culpable, cómo podría si los pinos son deliciosos (Armendáriz-Toledano et al., 2018).



Figura 1: Sistema de galerías del descortezador. Fotografía de la autoría de Grisela Paz Ramírez.

Siguiendo las huellas del descortezador en México

Durante las últimas dos décadas, entre 2001 y 2006, he escrito una historia de conquista a lo largo del territorio mexicano. Recuerdo el inicio en los años posteriores a 2006; los inviernos se volvían cada vez más tibios, un regalo para mis hermanos y para mí, pues nos permitía reproducirnos sin el freno del frío invierno.

Me establecí con fuerza en las faldas del Nevado de Toluca y en los límites de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca.

Los humanos se horrorizaban al ver cómo los verdes intensos de las copas de los pinos se tornaban de un color pálido, luego amarillento y, finalmente, de un rojo ladrillo que anunciaba su muerte.

A mediados de la década de 2010, el viento de la sequía nos llevó más al norte y al sur; extendemos nuestras alas hacia la Sierra Madre Occidental, colonizando imponentes bosques de Durango y Chihuahua. Allí el *Pinus cooperi* y *Pinus durangensis* se convirtieron en nuestros banquetes principales. Los aserraderos locales no se daban abasto; los humanos cortaban árboles infectados intentando frenarlos -lo que llaman "saneamiento forestal"-, pero el cambio en el clima jugaba a nuestro favor.

Hacia 2018, bajé la fuerza hacia el sur, hacia la Sierra Madre del Sur en Oaxaca. En la Sierra Juárez, los bosques comunitarios, antes sanos y vigilados, sufrieron a causa de nuestro avance. Nos favorecieron los incendios forestales; los pinos quedaban debilitados por el fuego y así los reclamábamos como nuestro hogar.

Los últimos años han sido los más gloriosos para mi especie. Entre 2020 y este caluroso 2026, la mega sequía que azotó a México nos abrió las puertas de santuarios que antes eran demasiado fríos o húmedos para nosotros. Nos ensañamos con el Parque Nacional Izta-Popo y los bosques de las altas montañas de Puebla y Tlaxcala. Subimos a altitudes donde el oxígeno es escaso, devorando al famoso pino de las alturas, llamado *Pinus hartwegii*. Incluso en los bosques secos de Hidalgo y la Sierra Gorda de Querétaro,

dejamos parques kilométricos de árboles grises y sin vida, auténticos cementerios de madera (Espitia-Moreno et al., 2017).

Últimamente, algo está cambiando en el aire. Los humanos no solo traen hachas y químicos. He oído que en los laboratorios están criando a un enemigo silencioso, un hongo llamado "*Beauveria*". Dicen que sus esporas invisibles pueden adherirse a nuestro escudo, crecer hacia nuestro interior y consumirnos desde dentro, deteniendo nuestro imperio de resina (Fernández et al., 2023).

Batalla milenaria: Descortezadores vs. pinos

¿Sabías que México cuenta con la mayor diversidad de especies de pino? Que pensarías si te dijera que esta diversidad está directamente relacionada con la diversidad de especies de *Dendroctonus* que existe en México... Porque sí, también en México existe la mayor diversidad de especies de este género -13 de 21 especies reportadas a nivel mundial-, pero ¿A qué se debe? Se cree que surge a partir de la coexistencia geográfica, es decir, los pinos y nosotros los descortezadores vivimos prácticamente en los mismos lugares, con condiciones específicas, como altitud y temperatura. Cuando en una región hay muchas especies de pinos, se generan más "nichos ecológicos", es decir, condiciones que nos permiten vivir y reproducirnos. Por otro lado, los pinos también han evolucionado en conjunto con nosotros, los científicos lo llaman "carrera armamentista" y no, no se trata de una carrera atlética, más

bien es como una batalla, cuando los pinos desarrollan mecanismos de defensa, nosotros los descortezadores desarrollamos estrategias para superarlos, por ejemplo, nos comunicamos a través de señales químicas para realizar ataques en grupo que llamamos "ataques masivos", los pinos responden produciendo compuestos químicos para repeler o matarnos, intentando "ahogarnos en resina" (Ullah et al., 2021). Esta batalla lleva millones de años, por lo que nuestra diversidad está relacionada con la disponibilidad de huéspedes o de árboles (Figura 2).



Figura 2: Descortezador atrapado en la resina del árbol *Pinus hartwegii*. Fotografía de la autoría de Grisela Paz Ramírez.

Mi aliado, el cambio climático

Ahora me encantaría compartir contigo cómo llegamos a ser los ‘villanos’ de esta historia. Todo empieza con el cambio climático: ese cambio en el clima y la temperatura de nuestro planeta, impulsado por la quema de combustibles fósiles. Esos mismos combustibles que usamos para mover el auto o cargar el celular. Cuando quemamos estos combustibles, se liberan gases de efecto invernadero que actúan como una manta que envuelve la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas. Este calentamiento ha traído cambios en los bosques, como inviernos más suaves y menos días con temperaturas por debajo de cero. Esto ha causado que los pinos sufran por las sequías y tarden más en crecer, e incluso mueran por falta de agua. Además, estas condiciones han hecho que mi especie aumente en número y capacidad de infestación (Del-Val & Sáenz-Romero, 2017). Por ejemplo, en México, la especie *Dendroctonus mexicanus* ha afectado hasta 60,000 hectáreas. ¿Ves cómo el cambio climático ha favorecido mi aparición en los bosques? Pero lo bueno es que, con el uso excesivo de combustibles fósiles, los humanos han creado un entorno en el que puedo crecer más rápido y en menos tiempo. Así que, cada vez que enciendas la luz, recuerda que esas pequeñas acciones están influyendo en la salud de los bosques, que nos brindan agua y oxígeno a todos.

Mis amigos los hongos

Por último, me gustaría contarte otra característica sorprendente que presentan algunas hembras de mi familia (*D. adjunctus*, *D. approximatus*, *D. brevicomis*, *D. mesoamericanus* y *D. mexicanus*). En la cabeza, tienen una estructura abultada, llamada **micangio**; es como una bolsa que, en su interior, transporta millones de esporas de hongos simbiotes —hongos microscópicos—, que nos ayudan a debilitar las defensas del árbol; de este modo, la colonización es más sencilla para mí y ellos, a cambio, obtienen refugio y nutrientes. Como puedes ver, su participación en esta historia es fundamental; lamentablemente, este tipo de hongos ha sido poco estudiado y su diversidad aún no está clara. Lo que sí puedo decirte es que, gracias a esta asociación simbiótica, me resulta más fácil alimentarse de los árboles, así que cuando vayas al bosque, recuerda que ahí también estoy yo, el descortezador de pino, y mis amigos, los hongos (Mann et al., 2026).

Bibliografía

- Armendáriz-Toledano, F., Zúñiga, G., García-Román, L. J., Valerio-Mendoza, O., & García-Navarrete, P. G. (2018). Guía ilustrada para identificar a las especies del género *Dendroctonus* presentes en México y Centroamérica. Red Temática de Salud Forestal.
- Del-Val, E., & Sáenz-Romero, C. (2017). Insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae) y cambio climático: problemática actual y perspectivas en los bosques templados. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 53-60.

Espitia-Moreno I. C., Arriola-Padilla V. J. y Ortega-Rubio A. (Editores). 2017. Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Fernández, K., Pokorny, S., Ishangulyeva, G., Ullah, A., Todorova, S., Erbilgin, N., ... Vederas. (2023). *Beauveria bassiana* exhibits strong virulence against *Dendroctonus ponderosae* in greenhouse and field experiments. *Microbiología y Biotecnología Aplicadas*, 3341-3352.

Mann, A. J., Lochridge, A. G., Barnum, R. M., Galarneau, J., Otto, E. C., Rajtar, N. N., ... & Blanchette, R. A. (2026). Filamentous fungal communities associated with the eastern larch beetle (*Dendroctonus simplex* LeConte) in Minnesota, including new Ophiostomatales species. *Mycologia*, 118(3), 457-469.

Ullah, A., Klutsch, J. G., & Erbilgin, N. (2021). Production of complementary defense metabolites reflects a co-evolutionary arms race between a host plant and a mutualistic bark beetle-fungal complex. *Plant, cell & environment*, 44(9), 3064-3077. <https://doi.org/10.1111/pce.14100>

Sobre los autores

Grisel Paz Ramírez. Bióloga de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México (FC UAEMéx) y estudiante de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la misma institución. Ha participado durante cuatro años consecutivos como divulgadora de la ciencia en la mesa temática "Hongos entomopatógenos" y tres años como mentora micológica en la Exposición de Hongos y Biodiversidad, que se lleva a cabo anualmente por la misma institución. Asimismo, ha tomado diversos cursos enfocados en el cultivo, la filogenia y la caracterización micelial y molecular de los hongos. También, se ha instruido durante sus Prácticas Profesionales en el cultivo de hongos macromicetos, donde profundizó en el mejoramiento genético de cepas silvestres.

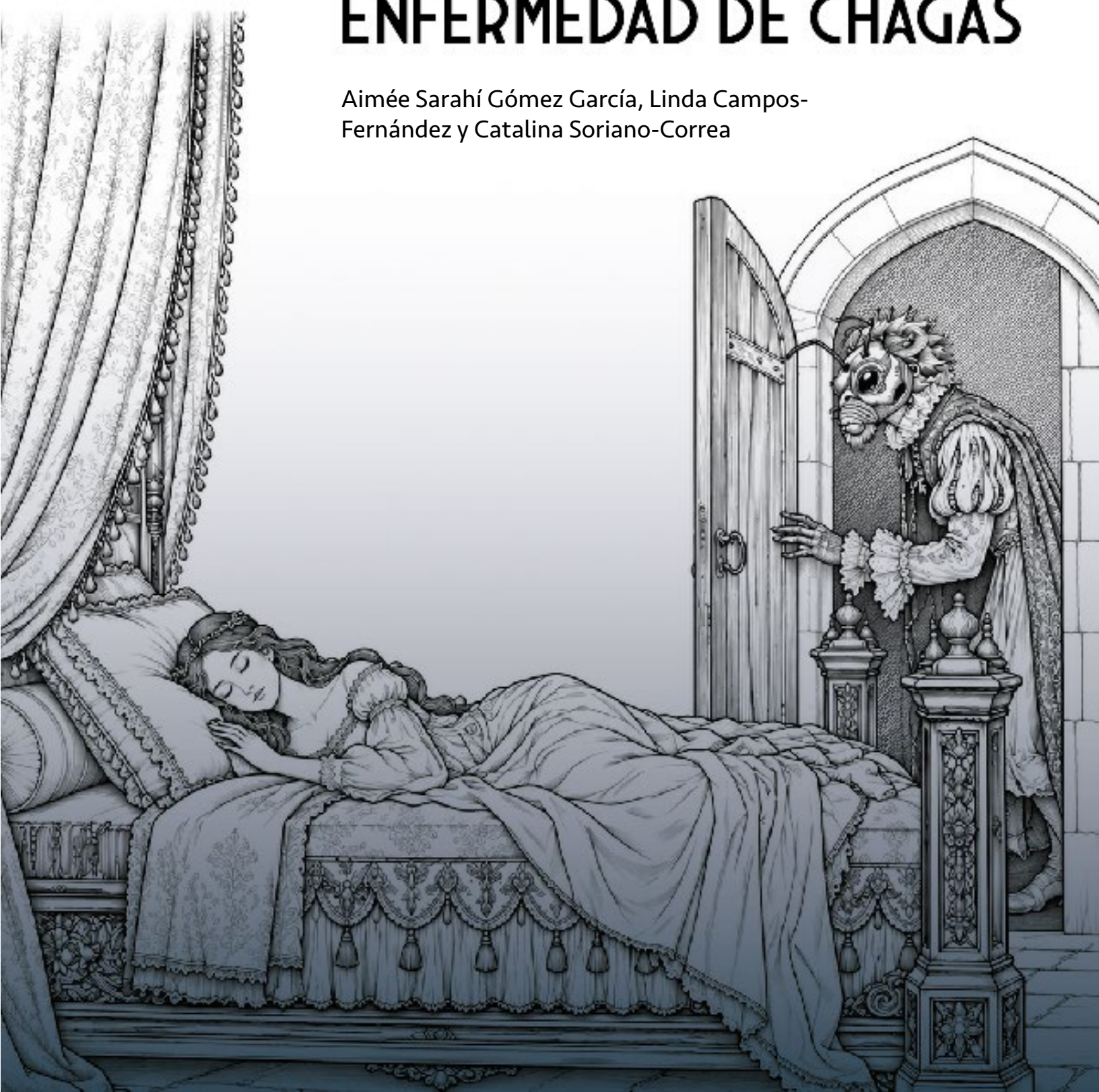
Lorena López Rodríguez. Bióloga de formación y doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente, es profesora de asignatura en la Facultad de Ciencias de la UAEMéx. Su línea de investigación es "Estudio integral de la biodiversidad fúngica de *Cordyceps* s.l. para el fortalecimiento de la soberanía de salud, forestal y agroecológica en México". Fue nominada a la "Presea al ámbito científico o tecnológico Zinacantepetl 2022", pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI), es vocal de la Sociedad Mexicana de Micología (2026-2029) y presidenta de Voces del micelio (red de divulgación científica de hongos).

Cristina Burrola Aguilar. Maestra en Ciencias del Agua y Doctora en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma del Estado de México. Es Profesora-Investigadora y responsable del Laboratorio de Micología del Centro de Investigación en Recursos Bióticos de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx. Cuenta con casi treinta años de trayectoria en investigación, docencia y divulgación científica. Su trabajo se ha enfocado en la diversidad, la etnomicología y el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles del Estado de México.

Ha contribuido al conocimiento de la biodiversidad fúngica y a valorar los hongos como patrimonio y recurso forestal, además de integrar el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) Nivel I y tener reconocimiento PRODEP. Es autora de libros, capítulos y más de cincuenta publicaciones y ha participado como ponente en foros nacionales e internacionales, además de dirigir tesis. Su trabajo ha sido clave en la formación de especialistas en biología y micología, consolidando una valiosa aportación al estudio y uso sustentable de hongos en México.

MÁS ALLÁ DEL BESO NOCTURNO: LA AMENAZA SILENCIOSA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Aimée Sarahí Gómez García, Linda Campos-
Fernández y Catalina Soriano-Correa



Resumen

La enfermedad de Chagas, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, representa un importante desafío de salud pública en América Latina y en otras regiones del mundo. En este artículo, con un lenguaje sencillo y cercano, compartiremos la historia de los principales aspectos de su transmisión, sus síntomas, su evolución y sus tratamientos. Queremos destacar la importancia de un diagnóstico temprano para evitar complicaciones graves. La infección generalmente ocurre cuando la chinche conocida como besucona pica y se alimenta de sangre, inoculando parásitos en el torrente sanguíneo a través de sus heces. También puede transmitirse por transfusiones de sangre, de madre a hijo, por trasplantes y por alimentos contaminados. La enfermedad puede mantenerse sin síntomas durante años, lo que dificulta su detección a tiempo y puede llevar a complicaciones crónicas, especialmente en el corazón y el sistema digestivo. Con este relato, esperamos aclarar ideas erróneas sobre la enfermedad de Chagas, sensibilizar a quienes nos leen sobre su importancia, promover formas de prevenirla y facilitar el acceso a información científica, que es una herramienta clave para cuidar nuestra salud y la de toda la comunidad.

El beso prohibido de una enfermedad silenciosa

Cuando la cálida noche comienza a caer, todo parece estar en calma, pero no todas las criaturas descansan cuando la oscuridad domina. En la tranquilidad del sueño profundo, aparece un insecto intruso que surge de las grietas, un enemigo que no avisa cuando llega. Atraído por el calor que late debajo de la piel, se desliza con la paciencia de un amante secreto. La víctima reposa sin saber la tragedia que se acerca lentamente sobre su pecho.

Sin posibilidad de evitarlo, la víctima recibe un beso prohibido, marcado por la fatalidad. No hay amor en ese beso; el atacante, hambriento, busca solo sangre y vida. Deja una herida pequeña y casi invisible, con parásitos diminutos que, en la sangre, van al corazón y vísceras, marcando un destino fatal e incurable. Es una posesión silenciosa; la noche impuso un vínculo entre el parásito y la enfermedad, que es el amor.

Es natural pensar que acabamos de leer una versión diferente del relato de aquella Alicia que vivió solo tres meses casada con un tal Jordán en una casa grande, fría y silenciosa; esa Alicia que murió desangrada por un monstruo escondido entre las plumas de su almohadón. Sin embargo, no es así... Aunque, pensándolo bien, en realidad hay cierto parecido con "El almohadón de plumas", el famoso cuento del uruguayo Horacio Quiroga.

Sin embargo, lamentablemente, la médula del relato inicial se escapa de lo literario y cobra vida en nuestra realidad actual. Se trata de una historia silenciosa: la enfermedad de Chagas que, a más de 100 años de su descubrimiento, no ha sido posible abatirla (Coura & Dias, 2009). Ha causado la muerte de más de 7 millones de personas en el mundo (WHO, 2006), es decir, es un problema de salud pública.

La enfermedad de Chagas, también llamada tripanosomiasis americana, es una infección crónica causada por un parásito llamado *T. cruzi*, que vive en el interior de pequeños insectos que se alimentan de la sangre de los mamíferos (Cristovão-Silva et al., 2021; Herreros-Cabello et al., 2020; Peña-Callejas et al., 2022). Estos pequeños insectos, conocidos como chinches besuconas, vinchucas, pitos o triatominos, dejan tras su paso mucho más que una herida: es una puerta abierta a “algo” que puede permanecer oculto durante años.

La noche en que el parásito encuentra un cuerpo

La enfermedad de Chagas inicia cuando una chinche portadora del parásito *T. cruzi* nos muerde mientras dormimos (Figura 1) (Cristovão-Silva et al., 2021; Herreros-Cabello et al., 2020; Peña-Callejas et al., 2022). La chinche se acerca en silencio, como un mosquito, y se alimenta de sangre. Cada picadura es un beso traicionero: tras alimentarse, deja más que una marca. Cerca de la herida, de-

posita heces con parásitos invisibles. Al rasarse o tocarse la zona, facilitamos la entrada del parásito, iniciando una infección que puede permanecer oculta durante años y avanzar en silencio (Herreros-Cabello et al., 2020).



Figura 1. *Mujer dormida acechada por un insecto nocturno.* La chinche besucona suele alimentarse de la sangre durante la noche, mientras las personas duermen, lo que facilita la transmisión de la enfermedad de Chagas. (Figura elaborada por Aimée Sarahí Gómez García con apoyo de IA) (Autodesk Inc., 2026; Google Gemini, 2026).

No solo la noche deja su herida

Pero la chinche no es el único vehículo en el que viaja este parásito. A veces viaja escondido en la sangre, cuando una transfusión no ha sido analizada con cuidado. Otras veces, pasa de una madre a su hijo, cruzando el puente invisible del embarazo y llegando al bebé incluso antes de su primer llanto. También puede colarse en los alimentos, cuando la comida o las bebidas han estado en contacto con el insecto o sus heces, llevando al parásito directo al interior del cuerpo (Cristovão-Silva et al., 2021; Peña-Callejas et al., 2022).

En estudios recientes se ha detectado material genético del parásito en fluidos reproductivos de animales, lo que sugiere que, en situaciones muy poco frecuentes y aún en investigación, podría existir transmisión por vía sexual, especialmente en contextos de reproducción asistida (Gomes et al., 2019).

El recorrido silencioso del parásito viajero

El desarrollo de la enfermedad de Chagas es imperceptible y, en la mayoría de los casos, la fase aguda es prácticamente asintomática, pues suelen presentarse síntomas leves que con frecuencia se confunden con los de alguna enfermedad viral.

Entre los síntomas que pueden presentar los pacientes se encuentran: fiebre, dolor de cabeza, ganglios linfáticos agrandados, palidez, dolor muscular, dificultad para respirar, hinchazón y dolor abdominal o torácico. En algunas ocasiones, incluso, pueden presentar un síntoma característico llamado chagoma, que es una hinchazón en el ojo, similar a un golpe (Figura 2) (Peña-Callejas et al., 2022).



Figura 2. Contagio y chagoma. La transmisión ocurre cuando las heces de la chinche infectada entran al cuerpo a través de la picadura, de heridas o de mucosas. En algunos casos puede aparecer una inflamación en el sitio de entrada o en el ojo (signo de Romanaña). (Figura elaborada por Aimée Sarahí Gómez García con apoyo de IA) (Autodesk Inc., 2026; Google Gemini, 2026).

La siguiente fase de la enfermedad se conoce como fase crónica que podría ser indeterminada, debido a que alrededor del 70

% de la población infectada nunca mostrará síntomas, mientras que el otro 30 % desarrollará la enfermedad hasta mostrar síntomas críticos que van a causar problemas intestinales como estreñimiento, regurgitación, obstrucción del colon o, problemas en el corazón como arritmias e insuficiencia cardíaca e, incluso, hasta la muerte (Cristovão-Silva et al., 2021; Peña-Callejas et al., 2022).

Descifrar la presencia del enemigo oculto

La enfermedad de Chagas puede permanecer oculta en los órganos o tejidos durante muchos años, sin causar malestares ni hacer ruido, instalándose en su presa sin pedir permiso. Muchas personas conviven con el parásito sin saberlo, ya que en la mayoría de los casos no presentan síntomas claros al inicio.

Reconocer si alguien tiene esta enfermedad no se basa solo en sentir dolor, sino en un diagnóstico temprano. Esto se logra a través de análisis de sangre que detectan la presencia del parásito o las defensas que el cuerpo desarrolla contra él. Son pruebas sencillas, pero muy importantes, especialmente para quienes viven o han vivido en zonas con chinche besucona, o han recibido transfusiones, trasplantes, o son hijos de madres infectadas (WHO, 2026).

Ponerle nombre a lo invisible es el primer paso para entender lo que ocurre dentro del cuerpo y evitar que, con los años, el silencio se convierta en una enfermedad fulminante.

Combatir al parásito que invade la sangre

Frente a la enfermedad de Chagas, la medicina cuenta con solo dos aliados principales, el benznidazol y el nifurtimox. Son medicamentos que se utilizan en los tratamientos y funcionan mejor cuando el parásito apenas ha llegado al torrente sanguíneo, cuando su presencia todavía es reciente y el daño aún no ha echado raíces profundas; pero con los años, la fuerza de estos aliados disminuye, como si la enfermedad se volviera más difícil de combatir. Además, estos medicamentos no son fáciles de adquirir y pueden causar efectos secundarios, especialmente en personas mayores, niños y mujeres embarazadas. Aun así, dichos medicamentos son necesarios en la etapa inicial de la infección o en personas con defensas bajas, ya que un tratamiento oportuno reduce el riesgo de complicaciones y, en mujeres en edad reproductiva, ayuda a prevenir la transmisión al recién nacido (Lidani et al., 2019; WHO, 2026).

Incluso cuando no hay síntomas, tratar la enfermedad puede ser un acto de prevención silenciosa, es decir, una forma de adelantarse al daño, de intentar frenar un futuro que todavía no se ve, pero que podría llegar.

Cada tratamiento es una decisión que se toma con cuidado, como quien camina sobre terreno frágil. Hay momentos en que el riesgo de los medicamentos puede superar el beneficio, por ejemplo, durante el embarazo o cuando el hígado o los riñones ya están

debilitados; en esos casos, la prudencia también es una forma de cuidado (Peña-Callejas et al., 2022).

Y, ¿qué pasa cuando la enfermedad de Chagas ya ha dejado huellas en el corazón, en el sistema digestivo o en el sistema nervioso? Ya no se trata solo de combatir al parásito, sino de acompañar al cuerpo en una batalla larga, con tratamientos y vigilancia médica que pueden durar toda la vida, porque cuando el silencio haya terminado, la historia requerirá mayor cuidado, paciencia y atención médica constante (Lidani et al., 2019; Peña-Callejas et al., 2022).

Chagas, una enfermedad vigente

La enfermedad de Chagas lleva años en América y ha aumentado en EE. UU. por migración. Persisten ideas erróneas sobre su transmisión, impacto y gravedad. Esto impide reconocer el riesgo y buscar atención a tiempo. Es crucial clarificar la información, ya que representa un problema global de salud pública.

En este contexto, es importante aclarar que la expansión de la enfermedad no depende únicamente del movimiento de las personas, sino también de la capacidad de adaptación del parásito *T. cruzi*, debido a su notable diversidad genética. Dicha diversidad se organiza en distintos grupos conocidos como unidades discretas de tipificación (DTU), cuya distribución varía según la región, lo que podría influir en la forma en que

se manifiesta la enfermedad (Herrerros-Caballo et al., 2020; Llovera et al., 2024). Aunque su impacto clínico aún no se comprende por completo, esta variabilidad, junto con factores como el cambio climático y la urbanización, incrementa la presencia de sus vectores en nuevas regiones, lo que permite que la enfermedad sobrepase sus límites habituales (Llovera et al., 2024).

Mitos y verdades de la enfermedad de Chagas

A pesar de su impacto, la enfermedad de Chagas sigue siendo poco comprendida por la población, lo que ha generado diversas ideas erróneas sobre su transmisión, evolución y consecuencias. Esta enfermedad ha permanecido en silencio durante años, debido a que no presenta síntomas evidentes al inicio, suele pasar desapercibida o subestimarse. Distinguir entre mitos y verdades permite comprender mejor cómo actúa esta enfermedad y por qué es fundamental detectarla a tiempo y darle el seguimiento adecuado, como se resume en la Tabla 1.

Vivir acompañado por la enfermedad

La enfermedad de Chagas tiene un fuerte impacto en la vida de quienes la padecen. Diversos estudios han mostrado que una gran parte de los pacientes infectados desarrolla daños en el corazón, lo que ocasiona in-

suficiencia cardíaca, arritmias y una disminución progresiva de la capacidad física (Figura 3). Esto se traduce en cansancio constante, dificultad para realizar actividades cotidianas y una reducción significativa de la calidad de vida (De Fuentes-Vicente & Gutiérrez-Cabrera, 2022).

Tabla 1. *Mitos y verdades sobre la enfermedad de Chagas.*

Mito	Verdad
La chinche besucona transmite el parásito mediante la picadura.	El contagio ocurre cuando el insecto infectado defeca sobre la piel y al rascarse cerca de la picadura, el parásito entra al cuerpo.
Si no tengo síntomas, no tengo Chagas.	La enfermedad puede permanecer silenciosa durante años o décadas antes de causar problemas.
Chagas siempre causa la muerte.	Muchas personas nunca desarrollan formas graves, pero otras sí pueden presentar daño cardíaco o digestivo si no reciben atención médica.
Si la casa se ve limpia, no hay riesgo.	Las chinches pueden vivir en grietas de paredes o techos, incluso en casas ordenadas.
Solo las personas del campo pueden enfermarse.	También puede transmitirse por transfusiones, trasplantes, de madre a hijo o por alimentos contaminados.

Figura 3. *Transmisión y consecuencias.* La enfermedad de Chagas puede transmitirse de madre a hijo durante el embarazo y, con el paso de los años, puede causar complicaciones cardíacas y gastrointestinales. (Figura elaborada por Aimée Sarahí Gómez García con apoyo de IA) (Autodesk Inc., 2026; Google Gemini, 2026).



También, dicha enfermedad puede afectar el sistema digestivo, generando diferentes malestares como dificultad para tragar, estreñimiento severo o alteraciones intestinales. Estas condiciones pueden interferir con la alimentación, causar malestar persistente y modificar los hábitos diarios, lo que afecta la salud física y el bienestar emocional (De Fuentes-Vicente & Gutiérrez-Cabrera, 2022; WHO, 2026).

En personas inmunocomprometidas, el impacto puede ser mayor debido a que su sistema de defensa está debilitado. En estos casos, la infección puede avanzar con mayor rapidez o presentar complicaciones más graves, por lo que la detección inmediata y el seguimiento médico oportuno resultan aún más importantes (De Fuentes-Vicente & Gutiérrez-Cabrera, 2022; Peña-Callejas et al., 2022).

El deterioro ocasionado por esta parasitosis no solo afecta el cuerpo, sino también la vida cotidiana. Muchas personas enfrentan limitaciones para trabajar, una disminución de su productividad y dificultades para mantener su ritmo de vida habitual. Además, el diagnóstico tardío puede generar preocupación, ansiedad e incertidumbre sobre el futuro (Cristovão-Silva et al., 2021; De Fuentes-Vicente & Gutiérrez-Cabrera, 2022; Peña-Callejas et al., 2022).

Cuando el verdadero monstruo no pertenece a la ficción

“Hay besos que dejan cicatrices, que no se borran jamás”, dice Gustavo Adolfo Bécquer. Ahora sabemos que los besos “románticos” de la chinche besucona no son el único medio por el que la enfermedad de Chagas puede habitar en nosotros. Hay que cuidar varios frentes. Todo puede empezar con un contacto nocturno que parece no dejar huella, hasta que los años revelan el daño que fue creciendo en el corazón y en otros órganos del cuerpo.

Chagas avanza en silencio y ese es su mayor peligro. Estar constantemente informado es una forma de proteger la vida, porque, incluso lo que no se siente al principio, puede dejar marcas. Por lo tanto, actuar a tiempo puede cambiar el final de la historia, y es importante tener presente que la salud de uno es la salud de todos.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen al Mtro. Jacobo Rodríguez Hernández por la revisión de estilo. Al financiamiento otorgado a los proyectos: PAPIIT-DGAPA/UNAM: IA203426; IN213826.

Referencias

Autodesk Inc. (2026). Autodesk SketchBook [Software]. Autodesk Inc. [Software]. <https://www.autodesk.com/mx/solutions/digital-drawing-software>

- Coura, J. R., & Dias, J. C. P. (2009). Epidemiology, control and surveillance of Chagas disease: 100 years after its discovery. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 104(suppl 1), 31-40. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762009000900006>
- Cristovão-Silva, A. C., Brelaz-de-Castro, M. C. A., Hernandez, M. Z., & Pereira, V. R. A. (2021). Chagas disease: Immunology of the disease at a glance. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, 62, 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.cytogfr.2021.10.001>
- De Fuentes-Vicente, J. A., & Gutiérrez-Cabrera, A. E. (2022). Kissing Bugs (Triatominae). En *Encyclopedia of Infection and Immunity* (pp. 953-970). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818731-9.00010-0>
- Gomes, C., Almeida, A. B., Rosa, A. C., Araujo, P. F., & Teixeira, A. R. L. (2019). American trypanosomiasis and Chagas disease: Sexual transmission. *International Journal of Infectious Diseases*, 81, 81-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2019.01.021>
- Google Gemini. (2026). Google Gemini [Software de inteligencia artificial]. Google. [Software]. <https://gemini.google.com/app?hl=es>
- Herreros-Cabello, A., Callejas-Hernández, F., Gironès, N., & Fresno, M. (2020). Trypanosoma cruzi Genome: Organization, Multi-Gene Families, Transcription, and Biological Implications. *Genes*, 11(10), 1196. <https://doi.org/10.3390/genes11101196>
- Lidani, K. C. F., Andrade, F. A., Bavia, L., Damasceno, F. S., Beltrame, M. H., Messias-Reason, I. J., & Sandri, T. L. (2019). Chagas Disease: From Discovery to a Worldwide Health Problem. *Frontiers in Public Health*, 7, 166. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00166>
- Llovera, A., Abras, A., Fernández-Arévalo, A., Ballart, C., Heras, S., Muñoz, C., & Gállego, M. (2024). Genetic Diversity of Trypanosoma cruzi in the United States of America: The Least Endemic Country for Chagas Disease. *Life*, 14(7), 901. <https://doi.org/10.3390/life14070901>
- Peña-Callejas, G., González, J., Jiménez-Cortés, J. G., De Fuentes-Vicente, J. A., Salazar-Schettino, P. M., Bucio-Torres, M. I., Cabrera-Bravo, M., & Flores-Villegas, A. L. (2022). Enfermedad de Chagas: Biología y transmisión de Trypanosoma cruzi. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.449>
- WHO. (2026). Chagas disease (American trypanosomiasis). [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))

Sobre los autores

Aimée Sarahí Gómez García es estudiante de la Carrera de QFB de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES Zaragoza) Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha participado en diversos cursos, talleres y actividades de actualización, entre ellos, Cultivos de Referencia (AMCEP), Interpretación de Biometría Hemática (CEAP), Química Clínica, el Taller de Actualización Bioquímica (TAB) de la UNAM y el diplomado en Hematopatologías impartido por la Red Iberoamericana de Academias de Investigación. Email: amygumy1@gmail.com

Linda V. Campos Fernández es profesora asociada de tiempo completo en la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza, donde imparte clases en las asignaturas de Química 1, Fisicoquímica 1 y Laboratorio de Ciencia Básica 3. Es colaboradora en la línea de investigación titulada "Química computacional, Estructura Electrónica, Propiedades Fisicoquímicas y Dinámica Molecular: Aplicaciones en Farmacología y Nanomateriales". Cuenta con publicaciones en revistas internacionales con factor de impacto. Actualmente, realiza investigaciones en el diseño de fármacos mediante métodos computacionales para el tratamiento de diversas enfermedades, incluida la enfermedad de Chagas. Mail: linda_campos@comunidad.unam.mx

Catalina Soriano Correa. Profesora Titular "C" TC de la carrera de QFB de la FES Zaragoza, UNAM. Responsable de la línea de investigación: "Química computacional, Estructura Electrónica, Propiedades Fisicoquímicas y Dinámica Molecular: Aplicaciones en Farmacología y Nanomateriales". Realiza investigación en el diseño de moléculas con potencial farmacológico y de sistemas nanoestructurados, para desarrollar terapias dirigidas al tratamiento de la Enfermedad de Chagas, Cáncer, Leishmania, anti-inflamatorios y antibacterianos, empleando cálculos mecano-cuánticos, aplicando diferentes enfoques computacionales. Su trabajo se publica en revistas nacionales e internacionales con factor de impacto. Email: csorico@comunidad.unam.mx

EL PEYOTE: PATRIMONIO BIOCULTURAL DE MÉXICO Y SU POTENCIAL EN LA SALUD MENTAL

Alejandro Torres-Montúfar y Mayte
Stefany Jiménez Noriega



Resumen

El peyote (*Lophophora williamsii*) es una cactácea emblemática del Desierto Chihuahuense, estrechamente vinculada con la historia y cosmovisión de diversos pueblos indígenas, particularmente el Wixárika, que lo ha empleado con fines ceremoniales, curativos y espirituales durante milenios. Su principal compuesto psicoactivo, la mescalina, actúa principalmente sobre receptores serotoninérgicos 5-HT_{2A} y produce modificaciones temporales en la percepción, cognición y experiencia emocional. Estudios recientes sugieren un posible potencial terapéutico de los psicodélicos y reportan asociaciones con mejoras en el bienestar psicológico y reducción de síntomas de ansiedad y depresión; sin embargo, la evidencia disponible sigue siendo predominantemente observacional y requiere ensayos clínicos rigurosos. Paralelamente, la pérdida de hábitat, extracción ilegal y sobreexplotación amenazan sus poblaciones, por lo que su estudio debe integrar conservación biológica, respeto cultural y rigor científico.

–

México es reconocido en todo el mundo como el centro de diversidad de la familia Cactaceae. Se estima que en el territorio nacional habitan la mitad de las especies de cactus conocidas en el planeta, muchas de ellas endémicas, es decir, que solo se pueden encontrar en nuestro país (Hernández & Godínez, 1994). Estas plantas han desarrollado, en su historia evolutiva, adaptaciones ex-

traordinarias para sobrevivir en ambientes áridos y semiáridos, almacenando agua en sus tejidos, transformando sus hojas en espinas y estableciendo relaciones ecológicas complejas con polinizadores y dispersores.

Las cactáceas son una parte esencial de los ecosistemas desérticos mexicanos y de nuestra cultura. Solo hay que echar un vistazo al escudo nacional para notar lo importantes que son estas plantas en México. Muchas especies son valiosas por su alimento, belleza o propiedades medicinales, y algunas tienen un profundo significado espiritual. Entre ellas destaca el peyote (*Lophophora williamsii*), una pequeña cactácea que ha sido compañera de diversos pueblos indígenas durante miles de años.

El peyote: una cactácea singular

El peyote es un pequeño cactus de forma globosa y sin espinas que crece en colonias, es decir, en grupos de muchos ejemplares. Se encuentra principalmente en el desierto chihuahuense, especialmente en los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, así como en algunas áreas del sur de Texas (Anderson, 2001). Su crecimiento es muy lento, lo que lo vuelve particularmente vulnerable a la sobreexplotación y aumenta el riesgo de que se extinga en la naturaleza (Figura 1).

La evidencia arqueológica indica que las comunidades humanas han utilizado el peyote durante aproximadamente 5,000 a

6,000 años. Esto lo convierte en una de las plantas psicoactivas de uso ritual más antiguas de América (El-Seedi et al., 2005; Johnson et al., 2019). A lo largo de todo este tiempo, el peyote ha tenido un papel importante en ceremonias, tratamientos de salud y prácticas espirituales en varios grupos indígenas del norte de México y del sur de Estados Unidos.



Figura 1. *Colonia de Peyotes en la zona desértica de San Luis Potosí.* Fotografía Alejandro Torres Montúfar

Para los pueblos Wixaritari, mejor conocidos como Huicholes, el peyote, llamado hikuri, constituye uno de los elementos centrales de su cosmovisión. Su consumo está vinculado a ceremonias agrícolas, rituales curativos, peregrinaciones y prácticas de comunicación espiritual con las deidades ancestrales (Myerhoff, 1974; Schaefer & Furst, 1996).

La peregrinación anual a Wirikuta, ubicada en San Luis Potosí, es uno de los rituales más importantes de la tradición Wixárika. Durante este recorrido ceremonial, los participantes recrean el camino de los antepasados y buscan el peyote en un espacio considerado sagrado.

Numerosos estudios antropológicos han resaltado la importancia de esta práctica, llena de símbolos y rituales esenciales para mantener viva la cultura del pueblo Wixárika (Myerhoff, 1974; Schaefer & Furst, 1996). Hoy en día, el peyote sigue siendo un pilar para la identidad y la supervivencia cultural Wixárika, formando parte de ceremonias agrícolas, curativas y visionarias en el sagrado territorio de Wirikuta (Luce, 2020). Dentro de la tradición Wixárika, hay una profunda conexión simbólica entre el venado, el maíz y el peyote. Según la leyenda, el peyote nació a partir de las huellas que dejó un venado sagrado durante la creación del mundo, como un regalo de los dioses (Figura 2) (Myerhoff, 1974).

Las narraciones tradicionales reflejan que el peyote no es solo una planta, sino un ser vivo con un poder espiritual especial. Durante las peregrinaciones, los recolectores llevan a cabo rituales especiales para encontrarlo y cosecharlo con respeto. Estas prácticas ayudan a fortalecer la unión entre las personas y a preservar el conocimiento tradicional de generación en generación.



Figura 2. Arte huichol representativo del venado y el peyote (flechas blancas). Fotografía Alejandro Torres Montúfar.

Composición química y neuroquímica

El principal compuesto psicoactivo del peyote es la mescalina, conocida como 3,4,5-trimetoxifenetilamina, un alcaloide aislado por primera vez en 1897. Además de la mescalina, el peyote contiene más de cincuenta alcaloides diferentes, aunque muchos de ellos se encuentran en concentraciones más bajas (Anderson, 2001; El-Seedi et al., 2005).

Desde una perspectiva neuroquímica, podemos entender que la mescalina actúa principalmente como agonista de los recep-

tores serotoninérgicos 5-HT_{2A}, un mecanismo que comparte con otros psicodélicos clásicos como la psilocibina y el LSD (Nichols, 2016). En esencia, esto ayuda a modificar temporalmente la forma en que distintas redes cerebrales se comunican, lo que favorece cambios en la percepción, el pensamiento y las emociones.

Investigaciones recientes sugieren que este tipo de psicodélicos podría promover estados de mayor plasticidad neuronal y flexibilidad cognitiva, facilitando procesos de aprendizaje emocional y reorganización de patrones mentales rígidos asociados con diversos trastornos psicológicos (Calder & Hasler, 2023; Vamvakopoulou et al., 2023).

Peyote, ansiedad y depresión: ¿qué dice la evidencia científica?

Algunos investigadores sugieren que las experiencias con mescalina suelen asociarse con mejoras en el bienestar psicológico, la reducción de los síntomas depresivos y la disminución de conductas relacionadas con el abuso de sustancias (Johnson et al., 2019; Vamvakopoulou et al., 2023). Sin embargo, los autores coinciden en que todavía hacen falta ensayos clínicos controlados específicamente enfocados en el peyote.

El estudio etnográfico realizado por Copes y colaboradores (2024) aporta información relevante a partir de la experiencia de los participantes en ceremonias contemporáneas de peyote. Los autores identifica-

ron cuatro categorías principales de cambio percibido: nuevas perspectivas sobre la vida, mejor salud mental, reducción del consumo de alcohol y de drogas, y mejoras en la salud física. Los participantes describieron disminuciones importantes en síntomas de ansiedad y depresión, así como una mayor capacidad para afrontar situaciones estresantes.

Algunos participantes señalaron que la experiencia les permitió procesar traumas, replantear conflictos personales y desarrollar nuevas formas de interpretar sus emociones. Otros reportaron una reducción temporal o prolongada de la ansiedad cotidiana, acompañada de una sensación de claridad mental y de bienestar emocional.

Es importante destacar que estos descubrimientos provienen, sobre todo, de estudios “observacionales” y etnográficos. Aunque los resultados son muy prometedores, todavía no podemos afirmar con certeza que el peyote sea un tratamiento médico aprobado para la ansiedad o la depresión. La ciencia actual indica que tiene potencial terapéutico, pero también resalta la importancia de seguir investigando mediante estudios clínicos rigurosos para comprender mejor su eficacia y seguridad, así como las dosis adecuadas y cualquier posible riesgo.

En este sentido, la experiencia tradicional del peyote entre los pueblos indígenas ofrece una perspectiva particularmente valiosa. Durante siglos, estas comunidades han desarrollado sistemas rituales complejos que integran elementos espirituales, sociales y ecológicos, proporcionando marcos de significado que pueden influir en los efectos psicológicos observados.

Conservación de una especie amenazada

A pesar de su enorme importancia biológica y cultural, el peyote enfrenta actualmente serias amenazas. La expansión agrícola, la urbanización, la minería, la extracción ilegal y la recolección excesiva han provocado la disminución de numerosas poblaciones naturales (Terry et al., 2012).

La situación resulta especialmente preocupante debido al crecimiento extremadamente lento de los individuos de peyote. Un ejemplar puede tardar muchos años en alcanzar la madurez reproductiva, por lo que la recuperación de las poblaciones es lenta.

La conservación del peyote representa un desafío que abarca dimensiones ecológicas, culturales y científicas. Proteger esta especie significa preservar no solo una cactácea, sino también miles de años de conocimiento tradicional y un patrimonio biocultural fundamental para diversos pueblos indígenas y de México. Su estudio debe avanzar con rigor, respeto cultural y criterios de conservación, garantizando que las futuras generaciones puedan seguir aprendiendo de una de las plantas sagradas más emblemáticas del mundo.

Agradecimiento

Al Programa Interno de Cátedras de Investigación 2026 de la FESC por el financiamiento al proyecto CI2668.

Referencias

- Anderson, E. F. (2001). The cactus family. Timber Press.
- Calder, A. E., & Hasler, G. (2023). Towards an understanding of psychedelic-induced neuroplasticity. *Neuropsychopharmacology*, 48(1), 104-118. <https://doi.org/10.1038/s41386-022-01389-z>
- Copes, H., Hochstetler, A., Ragland, J., & Hendricks, P. S. (2024). Hitting the reset button: Ceremonial use of peyote and experiences of personal change. *Journal of Drug Issues.*, 56(1), 150-170. <https://doi.org/10.1177/00220426241274737>
- El-Seedi, H. R., De Smet, P. A. G. M., Beck, O., Possnert, G., & Bruhn, J. G. (2005). Prehistoric peyote use: Alkaloid analysis and radiocarbon dating of archaeological specimens of *Lophophora*. *Journal of Ethnopharmacology*, 101(1-3), 238-242. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.022>
- Hernández, H. M., & Godínez, H. (1994). Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana*, 26, 33-52. <https://doi.org/10.21829/abm26.1994.690>
- Johnson, M. W., Hendricks, P. S., Barrett, F. S., & Griffiths, R. R. (2019). Classic psychedelics: An integrative review of epidemiology, therapeutics, mystical experience, and brain network function. *Pharmacology & Therapeutics*, 197, 83-102. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2018.11.010>
- Luce, N. (2020). Ritualized Peyote Use Can Facilitate Mental Health, Social Solidarity, and Cultural Survival: A Case Study of the Religious and Mystical Experiences in the Wixárika People of the Sierra Madre Occidental. Tesis de maestría, Harvard Extension School.
- Myerhoff, B. G. (1974). *Peyote hunt: The sacred journey of the Huichol Indians*. Cornell University Press.
- Nichols, D. E. (2016). Psychedelics. *Pharmacological Reviews*, 68(2), 264-355.
- Schaefer, S. B., & Furst, P. T. (1996). *People of the peyote: Huichol Indian history, religion, and survival*. University of New Mexico Press.

Terry, M., Trout, K., Williams, B., Herrera, T., & Fowler, N. (2012). Limitations to natural production of *Lophophora williamsii* (Cactaceae) II. Effects of repeated harvesting at two-year intervals in a South Texas population. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 6(2), 567-577.

Vamvakopoulou, I. A., Narine, K. A. D., Campbell, I., Dyck, J. R. B., & Nutt, D. J. (2023). Mescaline: The forgotten psychedelic. *Neuropharmacology*, 222, 109294.

Sobre los autores

Alejandro Torres-Montúfar. Profesor de la carrera de ingeniería agrícola. Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Doctor en Ciencias Biológicas por el Instituto de Biología de la UNAM. Miembro del SNII, nivel 1. Ha publicado 25 artículos científicos en revistas indexadas y numerosos congresos nacionales e internacionales. Su línea de investigación es la taxonomía y sistemática molecular de la familia Rubiaceae, adscrita al Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (Herbario-FESC) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Email: montufar@comunidad.unam.mx.

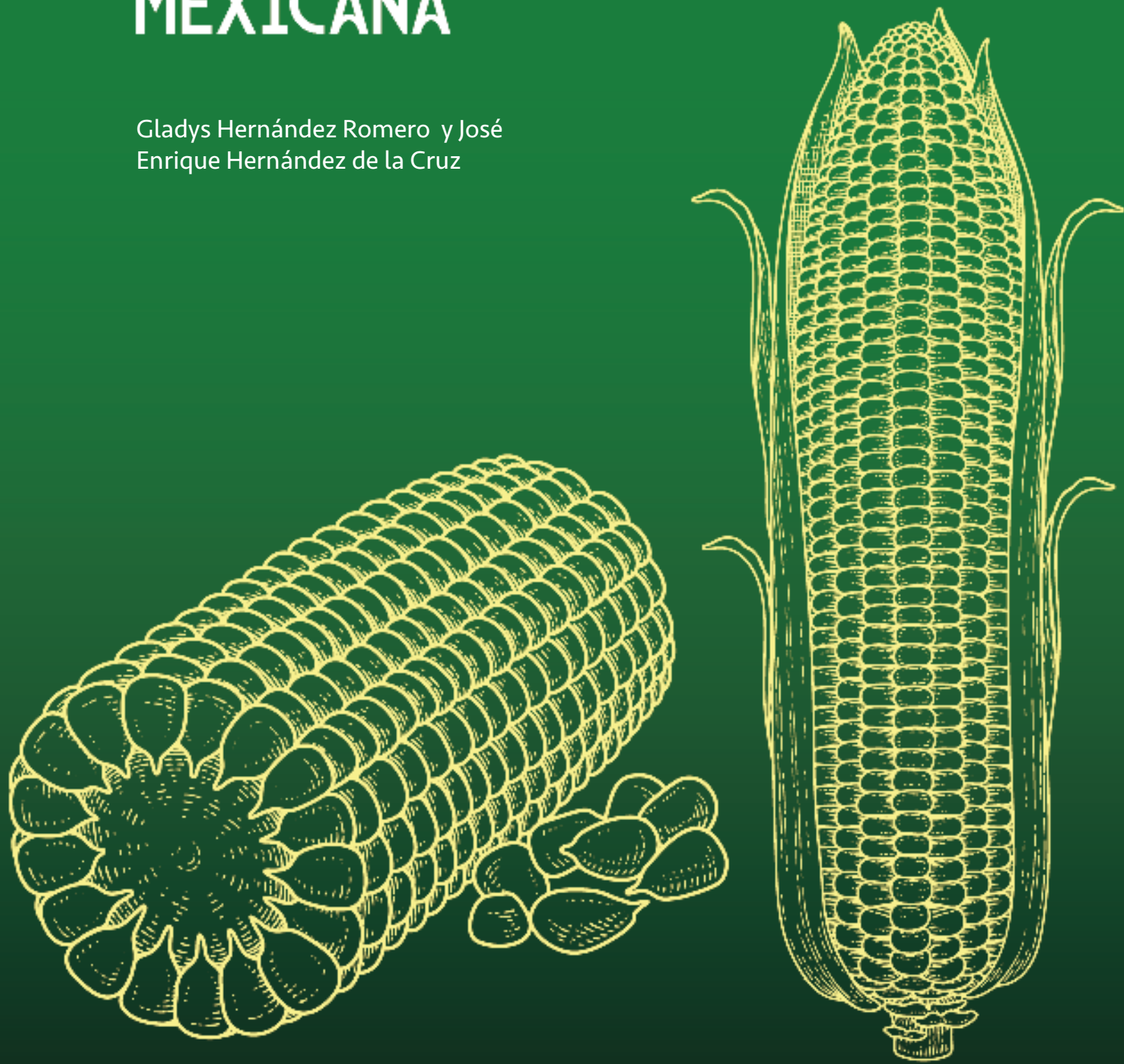
Mayte Stefany Jiménez Noriega. Profesora e investigadora en el área de Botánica Estructural de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Bióloga egresada de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM. Doctora en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos. Miembro del SNII, nivel 1. Ha publicado 15 artículos científicos en revistas indexadas y ha participado en numerosos congresos nacionales e internacionales. Su línea de investigación es la variación anatómica, morfológica, cambial, vascular y cribo-xilogénesis de especies distribuidas en México y en gradientes altitudinales.

Email: mayte.jimenez@cuautitlan.unam.mx

POZOL:

UNA BEBIDA ANCESTRAL MEXICANA

Gladys Hernández Romero y José
Enrique Hernández de la Cruz



Resumen

La historia de México ha sido en gran parte un reflejo de sus culturas, tradiciones, folclor y su deliciosa gastronomía, que muestran todas las maravillas que ofrece y la riqueza que hay detrás de cada receta transmitida de generación en generación. En este marco, se llevó a cabo una investigación pensada para que todo el público, incluso quienes no son expertos, pueda conocer más sobre una de las bebidas más tradicionales y menos comunes, que ha pasado de generación en generación en Tabasco, un hermoso estado del sureste mexicano. Esta investigación permitió a las personas participantes compartir sus experiencias y resaltar la importancia, el proceso y la elaboración de esta bebida tan especial.

Introducción

México es un país lleno de vida, colores, sabores, olores, cultura, tradición y una biodiversidad impresionante. A nivel mundial, se reconoce como uno de los países con la mejor gastronomía. Fernández (2016) señala que la gastronomía mexicana fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 2010. Esto es un reflejo de la calidad, la complejidad y la rica herencia cultural que cada platillo del país lleva en su historia.

Gran parte del reconocimiento se debe a las señoras (quienes, en su mayoría, son las abuelas de numerosos hogares mexicanos) que han preservado la tradición de prepa-

rar estos platillos, así como a los extraordinarios chefs que México alberga en cada rincón. Además, es importante reconocer a cada establecimiento gastronómico (que puede variar desde tianguis y mercados hasta sofisticados restaurantes) que, dentro de su menú, ofrece la auténtica sazón de la cocina mexicana.

Sin embargo, con ingredientes autóctonos de México, todo lo mencionado anteriormente es posible, pues la riqueza de cada platillo mexicano se fundamenta en ingredientes como el frijol, el chile (presente en casi toda comida mexicana), el cacao e incluso el aguacate, así como en la variedad de sabores que cada uno de ellos puede ofrecer, ya sean salados, dulces, ácidos o picantes. No obstante, hay un ingrediente que se puede afirmar que es el más importante para la elaboración de cada una de estas recetas y que además es indispensable para las dietas de las familias mexicanas: el maíz, conocido en algunas partes de Latinoamérica como choclo.

El maíz, también llamado de manera científica *Zea mays ssp. mays*, es una planta de las gramíneas que, según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2022), se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica. Las personas de campo, como ganaderos o campesinos, usan el maíz como fuente de alimento (engorda) para sus animales (borregos, vacas o

gallinas). Es decir, el maíz no solo es usado para crear diversos platillos para el consumo humano.

Platillos que se originan de plantas (el maíz)

El maíz es muy versátil para la creación y acompañamiento de platillos e inclusive bebidas. Se encuentra como ingrediente principal en las tortillas hechas a mano, en los tamales de masa colada, en los tamales de maíz nuevo (nombre que se le da en México al maíz tierno en granos), en el pan de elote, en los esquites, en las tortillas, en la sopa tarasca y en las palomitas, que son mundialmente conocidas. Como acompañante, se encuentra en platillos como los chilaquiles, pozole, tacos, panuchos, quesadillas (con queso o sin queso), tostadas, tlacoyos, tacos dorados, enchiladas y chalupas, por mencionar algunos.

Es importante destacar que el maíz no solo se emplea para la preparación de platillos representativos de la gastronomía mexicana, sino que también es responsable de la elaboración de bebidas que, para cada mexicano orgulloso de sus raíces, son sencillamente deliciosas. Dentro de esta categoría, las bebidas que sobresalen son el atole, el téjate, el tascalate, el pinole, el guarapo o tejuino, las cuales varían desde lo picante hasta lo dulce, dejando en claro que poseen un sello mexicano de fabricación.

Actualmente, es oportuno otorgar la debida relevancia a una bebida que, sin duda

alguna, posee una importancia e historia considerables. Es esencial centrar la atención en ella de manera concisa en esta investigación, ya que ha sido fundamental para llegar a este punto. La mencionada bebida es el pozol, reconocido por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) como una bebida que, además de ser nutritiva, satisface el estómago de quienes la consumen. El término “shish” proviene del maya y significa resto o residuo que se deposita en el fondo de la bebida. Por ello, el pozol es considerado una bebida que ayuda a aliviar el hambre.

El Pozol

El pozol es una deliciosa bebida originaria del hermoso sureste de la República Mexicana, particularmente del estado de Tabasco. Aunque hay cierta polémica con el vecino estado de Chiapas, que también sostiene que el pozol se originó allí, lo que sí está claro y ha sido registrado desde la época colonial es que esta bebida existía mucho antes de esa época. Muchos colonos recordaban que los “indios”, como se les llamaba a los nativos del continente, ya disfrutaban del pozol mucho antes de la llegada de los europeos. La historia nos muestra que el pozol es una tradición que viene desde la época prehispánica, cuando los mayas-chontales la preparaban con maíz y cacao y la llamaban pochotl. En aquel entonces, el pochotl, o pozol, era una bebida muy valorada por los viajeros indígenas, porque les ayudaba a soportar los largos caminos. Gracias a su carácter saciante por el “shish”, también les daba

fuerzas para resistir el hambre y mantenerse hidratados durante sus largas excursiones.

No es necesario mencionar la importancia del maíz para preparar el pozol, dado a que ya se ha mencionado con bastante esmero durante todo este trabajo, pero, lo que sí es justo mencionar es que sin el cacao no hubiera sido posible disfrutar de esta deliciosa bebida, y es por eso por lo que los siguientes párrafos serán dedicados a conocer un poco más del *Theobroma cacao*, que en griego significa “alimento de los dioses”.

El cacao o también conocido por su nombre científico “*Theobroma cacao*” es originario del continente americano y es el ingrediente principal de uno de los alimentos más ricos y conocidos mundialmente como chocolate. El cacao es un fruto considerado como un alimento rico en antioxidantes (flavonoides) que son aquellos que retrasan el envejecimiento, protegen la piel y mejoran el estado de ánimo, además entre otras de sus características se encuentran que es medicinal y super nutritivo. Es un fruto en forma de mazorca (algo que curiosamente ocurre en el maíz), suele ser ovalado, grande, con un color amarillento por fuera y duro, pero blancuzco y con una pulpa suave y dulce en su interior que resguarda semillas que en un inicio son moradas.

Actualmente, su cultivo se concentra principalmente en los estados de Tabasco y Chiapas. Torres-de la Cruz et al., (2025) nos muestran que, en México, las plantaciones de *Theobroma cacao* crean un agroecosistema que ayuda a preservar la biodiversidad. Esto es verdaderamente maravilloso, por-

que significa que este árbol, además de ser la fuente de muchas delicias que disfrutamos, también juega un papel importante en la conservación de otras especies de vida.

Su proceso de secado consiste básicamente en extraer las semillas, fermentarlas, tostarlas y molerlas. Su consumo ideal sería en forma de chocolate negro, que tiene 70% de cacao puro, aunque, claro, en gustos se rompen géneros y muchos prefieren el chocolate blanco, con leche, blond o ruby.

Proceso de elaboración del “Pozol”

Para tener una experiencia completa sobre cómo se elabora el pozol, nos acercamos a una comunidad en el Estado de Tabasco llamada El Roblar, ubicada en el municipio de Tenosique. Allí, contamos con la amable asesoría de la señora Juana Echavarría Jiménez, originaria de la comunidad y reconocida por su deliciosa sazón en la zona. Ella nos compartió que su especialidad es el pozol blanco, aunque también prepara pozol con cacao y cacahuete. Sin embargo, estos últimos los hace únicamente para consumo familiar y amigos cercanos, y solo en fechas especiales, ya que no los comercializa.

Para iniciar la preparación del pozol blanco, es fundamental seleccionar cuidadosamente cada mazorca de maíz, especialmente si proviene de una cosecha familiar, es decir, producida por la propia familia. En este caso, así fue. Según la experiencia de la señora Juana, el maíz de cosecha resulta

siempre ser de mejor calidad para la elaboración del pozol en comparación con el que se encuentra en las tiendas de la comunidad, conocidas como 'conasupos'. Estas tiendas, que pertenecen a una empresa paraestatal mexicana, ofrecen precios justos y económicos; sin embargo, en muchas ocasiones desconocen el origen del maíz y existen inquietudes acerca de la posible presencia de químicos. La señora Juana también señaló que, si se selecciona alguna mazorca con imperfecciones, el sabor del pozol puede ser afectado e, incluso, en casos extremos, el pozol puede adquirir un sabor desagradable. Por consiguiente, resulta sumamente importante escoger adecuadamente las mazorcas para garantizar un sabor óptimo en el pozol blanco. Cuando se disponía de las mazorcas seleccionadas, en esta ocasión de maíz criollo de tono rojizo, se procedió a desgranar cada una, ya sea a mano o con la ayuda de un desgraneador. Este último es un instrumento triangular, elaborado por los integrantes de la comunidad, utilizado para facilitar el proceso y prevenir que las mujeres con piel delicada sufran ampollas al desgranar. Posteriormente, tras la selección del maíz, éste se colocó en una olla con agua y se llevó al fuego para iniciar su cocción, permaneciendo allí durante una hora; cabe aclarar que esto no constituye una señal definitiva de cocción, pues la señora Juana nos indicó que el punto deseado se alcanza cuando el maíz se ablanda. En ese momento, se debe agregar la cal, la cual, según la Real Academia Española & Asociación de Academias de la Lengua Española (s.f.), es una sustancia alcalina constituida por óxido de calcio, de

color blanco o grisáceo, que al contacto con el agua se hidrata o se apaga, desprendiendo calor, y que, cuando se mezcla con arena, forma olla o mortero. Finalmente, para la mayoría de las personas de la comunidad y, en particular, para la señora Juana, la cal es conocida como una fiel auxiliar en la tarea de «pelar» el maíz que se encuentra en cocción.

Después de agregar la cal a la cocción, se espera con paciencia hasta que los granos de maíz empiecen a desprender la fina piel que los protege, esto para poder llegar al momento de poder limpiarlos bien cuando se lavan. El proceso de cocción, más allá de ser un paso para obtener el pozol blanco, es un vínculo que se guarda con generaciones pasadas, pues solo se puede llevar a cabo de manera artesanal y eso nadie lo ha podido cambiar, desde prender el fuego en un gran fogón con la leña que los señores consiguen para sus esposas hasta aprender técnicas para saber el punto exacto de cocción. Es un arte de preparación para poder obtener el pozol blanco (Figura 1).

Cuando se obtienen los granos de maíz en el punto perfecto, empieza la parte laboriosa del proceso y el momento de ejercitar los músculos de los brazos. En el momento en que se obtiene ya el maíz, es necesario colocarlo en un recipiente lo suficientemente grande y llevarlo inmediatamente a lavar una y otra vez hasta que los granos de maíz no tengan nada de piel y el agua no tenga restos de cal. En este caso, se presentaron 5 kilos de maíz que fueron lavados y tomó aproximadamente 30 minutos tenerlos completamente limpios. Después de ese tiempo y unos momentos de descanso, empieza el proceso

de molido. Si no se cuenta con un molino eléctrico (como en este caso), es necesario utilizar el molino a mano, que usa la fuerza de los brazos para funcionar, lo cual es cansado y, si no se está acostumbrado, deja dolor en los músculos.

El proceso de molido se ve afectado por el tiempo que la persona le dedica y su resistencia física. El último paso fue amasar el producto obtenido con agua solamente; como resultado, se obtuvieron 4 bolas de pozol blanco para disfrutar acompañadas de cualquier conserva al gusto.



Figura 1. *Proceso del pozol* (Elaboración propia)

Nota. De arriba, de izquierda a derecha; 1) Selección de maíz, 2) Maíz desgranado, 3) cocimiento del maíz, 4) Molienda del maíz, 5) Producto final.

Conclusiones

Hemos reconocido lo importante que es la gastronomía en cada cultura y lo profundo que puede llegar a ser lo ancestral. En México, es evidente que el maíz es la base de casi todos sus alimentos y, además, no solo se usa para consumo humano, sino que muchos animales

también dependen de él. Finalmente, ahora contamos con el conocimiento y el proceso de elaboración, gracias a la señora Juana, quien ha enseñado que del maíz se puede crear una bebida tan sabrosa y refrescante que no le pide nada al mejor té de matcha, al delicioso *bubble tea* o al exquisito café *cold brew* de Starbucks.

Referencias

- CONABIO. (2022, 12 de diciembre). Maíces. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices>
- Fernández, E. (2016, 10 de diciembre). Cómo llegó la gastronomía mexicana a ser patrimonio de la humanidad. Forbes Life. <https://forbes.com.mx/forbes-life/gastronomia-mexicana-patrimonio-de-la-humanidad/>
- Real Academia Española & Asociación de Academias de la Lengua Española. (s.f.). Cal. En Diccionario de la lengua española (23.^a ed.). Recuperado el 15 de diciembre de 2025, de <https://dle.rae.es/cal>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, 21 de junio). Pozol, una bebida comestible. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/pozol-una-bebida-comestible>

Torres-de la Cruz, M., Guillén-González, C. A., Luna-Rodríguez, M., Ortiz-García, C. F., de la Cruz-Pérez, A., Arias-Rodríguez, L., & Cappello-García, S. (2025). Diversidad fúngica asociada a patologías de *Theobroma cacao* en Tabasco, México. *Biotecnia*, 27, e2219. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v27.2219>

Sobre los autores

Gladys Hernández Romero. Doctora y profesora investigadora. Reconocimiento ante el Sistema Estatal de Investigadores. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Certificada ante la ANFECA, adscrita a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Email: doctoragladys@hotmail.com

José Enrique Hernández de la Cruz. Maestro, investigador y divulgador de la ciencia. Reconocimiento ante el Sistema Estatal de Investigadores, miembro de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), miembro de la Sociedad Latinoamericana de Jóvenes Divulgadores (SOLACyT), miembro de Mentores y Mentoras de Nuevos Talentos, Premio Estatal de la Juventud 2025 – Logro Académico en Tabasco.

¿QUÉ LEO?

***La depresión es la pérdida de una
ilusión*** de Juan David Nasio

Por Félix Luis Morales Castro



Resumen

El doctor Juan David Nasio, médico psiquiatra formado en la Universidad de Buenos Aires, es una figura destacada del psicoanálisis contemporáneo, con más de cincuenta años de trayectoria internacional. Discípulo de Jacques Lacan, tradujo al español su obra *Escritos* y contribuyó a difundir el pensamiento lacaniano en América Latina. Durante treinta años fue profesor en la Universidad de París VII y, desde 1978, dirigió un seminario en la Escuela Freudiana de París. En 1986 fundó los Seminarios Psicoanalíticos de París, dedicados a la formación y divulgación. Autor de más de treinta libros traducidos a diversos idiomas, Nasio aborda en *La depresión es la pérdida de una ilusión* un problema complejo mediante cinco lecciones claras y accesibles. Dirigida tanto a profesionales como al público general, la obra invita a comprender la depresión, reflexionar sobre su significado y explorar el mundo interior. Su lectura ofrece una aproximación profunda, sensible y comprensible, humana.

—

El doctor Juan David Nasio realizó sus estudios de medicina en la Universidad de Buenos Aires, es médico psiquiatra por su formación universitaria en Argentina y tiene más de cincuenta años de experiencia en ámbitos internacionales. Entre sus logros, tradujo al español la obra “Escritos” de Jacques Lacan, de quien fue alumno.

Jacques Lacan continuó y enriqueció los estudios de Sigmund Freud, y uno de sus seguidores más destacados en América Latina es el Dr. Nasio. Gracias a su pasión por la enseñanza, fue nombrado profesor en la Universidad de París VII, la Sorbona, cargo que desempeñó con dedicación durante treinta años. Desde 1978, dirigió un seminario en la Escuela Freudiana de París, y en 1986 fundó los Seminarios Psicoanalíticos de París, con el objetivo de formar nuevos psicoanalistas y compartir el psicoanálisis con todos los profesionales de la salud mental. Además, es autor de más de 30 libros, muchos de los cuales han sido traducidos a varios idiomas, incluido el persa, lo que ha llevado sus ideas a un público internacional.

En el libro **“La depresión es la pérdida de una ilusión”** (Ediciones Culturales Paidós) el Dr. JD Nasio nos invita a explorar, en menos de 200 páginas, un tema realmente complejo: la depresión. En sus propias palabras, él comparte: “las cinco lecciones que usted está a punto de leer fueron presentadas en París ante un público muy diverso, tanto profesionales como no profesionales. Quise que estas lecciones fueran fáciles de entender para cualquier lector, sin necesidad de experiencia en psicoanálisis. Mi mayor deseo es que estas páginas le hagan reflexionar y, en ocasiones, profundizar en su propio interior.”

De acuerdo con su experiencia de toda la vida como analista y profesor, Nasio ofrece en esta obra cinco lecciones fáciles de comprender; después de haber leído esta pequeña obra, reconozco que he entendido más profundamente qué es la depresión.

- 1ª. Lección. ¿Qué es la depresión?
- 2ª. Lección. ¿Todo el mundo puede deprimirse?
- 3ª. Lección. ¿Cómo ayudo a mis pacientes a curarse? Una nueva manera de tratar la depresión.
- 4ª. Lección. Cerebro y depresión.
- 5ª. Lección. La depresión COVID-19

Las tres primeras lecciones inician con una pregunta dirigida a los lectores, y la última lección está referida a un tema que nos ha impactado recientemente: la depresión COVID-19, ya que, aunque parecería que la pandemia está totalmente superada, sigue siendo un tema actual. Incluso hablamos de niños con COVID o niños afectados por la pandemia (seis, siete, ocho años).

El doctor Nasio comparte de manera muy clara algunos de los conceptos clave en sus lecciones, usando un formato sencillo con cuadros sinópticos y epígrafes que hacen que la lectura y la comprensión sean mucho más accesibles, incluso para quienes tienen solo una idea básica de estos temas. El título de la obra capta de manera efectiva el mensaje principal: “La depresión es la pérdida de una ilusión”. En pocas palabras, las 200 páginas resumen esta idea central y también ofrecen estrategias pensadas para apoyar a quienes están atravesando por ella.

El enfoque didáctico del autor se presenta de manera muy cercano y accesible, ya que divide los capítulos en lecciones pensa-

das especialmente para sus compañeros y alumnos. Sin embargo, con la intención de llegar a un público aún más amplio, él desarrolla cada pregunta de forma sencilla y comprensible, usando un lenguaje claro y con pocos términos técnicos de la ciencia. Cada “lección” incluye ejemplos que facilitan mucho la comprensión, haciendo que el lector pueda identificarse con los personajes o con alguien que conozca, que quizás tenga esas características. Además, las páginas de cada lección tienen epígrafes que dan una pista sobre el contenido y la dirección que seguirá el autor, lo cual ayuda a leer con más facilidad. Creo que este enfoque está pensado para quienes no sabemos mucho sobre los métodos o las conclusiones del psicoanálisis.

Presentaré algunas de las frases que más me impactaron y que consideré facilitaron mi comprensión del tema.

El epígrafe de la primera lección es muy especial:

No me dirijo a todos ustedes sino a cada uno en particular.

Después de este arranque, pone:

La depresión es una tristeza anormal por la pérdida de una ilusión

Es una ampliación del título de la obra, considerando que la tristeza puede ser normal, y creo que la mayoría la superamos con

el tiempo, pero se vuelve enfermiza cuando es anormal y no la podemos abandonar.

Otra frase llamativa es la siguiente:

El deprimido se vuelve crónico a fuerza de amar su desgracia.

Esto me hizo recordar el extraño placer de escuchar y cantar las quejas de José Alfredo Jiménez en sus canciones.

Una llamada de atención para comprender este fenómeno de la depresión:

¡La melancolía es terrible! ¡Terrible! Es de una brutalidad inaudita.

Me identifico con las canciones de José Alfredo:

El alcoholismo es una depresión oculta.

La mujer alcoholizada bebe para ahogar su tristeza; el hombre alcoholizado bebe para ahogar su angustia.

El autor hace esta pregunta crucial: ¿Por qué hay tantos deprimidos? A mi pregunta responderé que, cuando el ser humano, ser de ilusión y de sueños, choca con la dura realidad, se desilusiona y puede deprimirse fácilmente. Es en el abuso del sueño de una felicidad absoluta, en la embriaguez de correr detrás de la ilusión infantil de ser perfecto y colmado de amor, donde se encuentra la raíz de la depresión. Si usted aspira a lo absoluto, encontrará siempre el dolor de la decepción.

Cuando nuestra existencia no es más que sueño, todo despertar repentino es una caída inevitable en el vacío. Estoy convencido de que la gran cantidad de deprimidos que hay en nuestra época se debe a la gran cantidad de soñadores que todos tendemos a ser. [Y si hablamos de 2026, encontramos en las redes sociales una gran cantidad de “influencers” que nos empujan/arrastran a seguir nuestros “sueños”.]

En cuanto a los antidepresivos, es importante reconocer que a veces se recetan de manera inapropiada. Sin duda, estos medicamentos pueden ser muy efectivos para mejorar el estado de ánimo depresivo, siempre y cuando se usen correctamente. Lamentablemente, esto no siempre sucede. Muchas personas que sufren de depresión no reciben el tratamiento adecuado, mientras que otras toman antidepresivos sin estar realmente deprimidas. ¡Algunas incluso, con una profunda angustia, permanecen en tratamiento durante años no porque estén deprimidas, sino porque tienen miedo a deprimirse! Sufren de una angustia hipocondríaca provocada por el temor a una enfermedad mental. Pero, exactamente, ¿cómo podemos saber cuándo una persona está verdaderamente deprimida? No imaginen cuántos pacientes afirman haber estado deprimidos o usan erróneamente términos como “depresión” o “burn-out” para describir su trastorno. Aunque es importante que sepamos cómo la persona percibe su sufrimiento, está claro que no debemos tomar su “diagnóstico” de depresión al pie de la letra.

En algunos de estos puntos, el autor ejemplifica con casos ficticios en los que se apoya para explicar mejor los conceptos.

La segunda lección comienza así:

¡Una depresión nunca se produce de golpe!

Toda depresión se genera por una lenta penetración del pasado en el presente.

Y luego introduce un término nuevo:

La desilusión transforma a un predeprimido en un deprimido.

Ampliación del campo:

Nos deprimimos cuando perdemos no tanto un objeto querido, sino un objeto divinizado.

Una mejor comprensión del enfermo:

La persona susceptible es un ser frágil que no tolera ninguna alusión que le recuerde su fragilidad.

Algo muy actual en 2026:

Perder mi casa o mi trabajo, o aún mi ideal o mi dinero todos objetos que venero.

Otro concepto nuevo, traumatismo:

El traumatismo y el choque emocional son dos seísmos que responden a más de veinte años de distancia.

El traumatismo infantil es el punto de partida de la depresión.

Otro elemento nuevo, el narcisismo:

En el narcisismo sano, me amo sin pensar que me amo; en el narcisismo enfermo, me amo y me creo maravilloso.

Epígrafe de la tercera lección:

Sepan que cuando les hablo con esta convicción, son mis pacientes quienes lo hacen. Son ellos quienes me inspiran las palabras que les digo.

El profesor advierte de dónde proviene el contenido de la lección. Una advertencia para los profesores profesionales y para nosotros, los aficionados.

El rostro es la puerta abierta del inconsciente.

Quizá por esto me gustan las series policíacas de Netflix, los malos se traicionan al ser mirados profundamente por el muchacho listo del lado de la ley. Aunque conocí a un psicoanalista ciego que, creo, detectaba con el oído el sentir de sus pacientes.

Una lección clarificada en unas cuantas palabras junto con otro concepto nuevo, la neurosis:

Toda la desgracia de los neuróticos está en su imaginación, y todo el trabajo del psicoanalista es modificar dicha imaginación.

Se dice muy fácil, pero...

La cuarta lección, "Cerebro y depresión", me parece la más técnica. Creo que lo que más comprendí y, además, me parece aterrador, es lo siguiente:

Un traumatismo puede desviar nuestro destino.

La quinta lección nos lleva a explicarnos qué ocurrió después de la pandemia y eso me impactó:

La depresión por COVID-19 no es la depresión clásica.

El autor especifica que la depresión por COVID-19 se desencadena tras una inaguantable acumulación de angustia.

El hecho de estar aislados durante casi dos años, 2020-2021, ha tenido un impacto muy importante en la salud mental de muchos jóvenes que sufrieron esta experiencia antes de ingresar a sus estudios superiores y que deben recibir mucha atención por parte de los encargados de la salud mental de las instituciones educativas. Si un joven de 18 años ingresa a una institución de estudios superiores hoy, terminó la primaria durante la pandemia. Algunos de sus amigos, vecinos, profesores, familiares o compañeros de la escuela desaparecieron para siempre de su visión del mundo.

Espero que este resumen de la obra del Dr. Nasio nos ayude a comprender lo que los jóvenes de esta generación universitaria es-

tán sintiendo tras una experiencia, no vista en esta magnitud desde hace unos setenta años.

Y finalizo compartiendo estas últimas ideas del autor: antes de terminar esta quinta lección, querría decirles una última palabra sobre nuestra profesión de analistas. Sabemos que el trabajo es un excelente remedio para evitar la depresión. Cada vez que doy cita a un paciente, cada vez que inicio una cura o cada vez que escribo las primeras líneas de un libro, afirmo, sin darme cuenta, la voluntad de perseverar en mi ser, de continuar siendo, de existir lo más posible y de desarrollar al máximo mis potencialidades. Este impulso hacia adelante, este deseo de perseverar en lo que soy para ser mejor de lo que soy, esta voluntad renovada cada mañana, es mi querido ideal. Así, les confieso que el ideal que me guía no es lograr un objetivo sino perseverar para lograrlo, tener la fuerza para cumplir con lo que debo cumplir. Indudablemente, el esfuerzo es más valioso que la obra terminada, ya que gracias al esfuerzo saboreamos la alegría íntima de vencer las resistencias y de superarnos.

¿Diremos, entonces, que nuestra práctica nos preserva de nuestra propia tristeza? El ejercicio de la escucha que recomendamos cada día nos lleva a estar disponibles sin pensar que lo estamos al escuchar la queja de mi paciente, dejó de lado mis tristezas, me olvidé de mí mismo y, paradójicamente, soy más que nunca, yo mismo.

La contraportada del libro es un mensaje optimista de este gran humanista de los siglos XX y XXI: "Mi larga experiencia como terapeuta me lleva a decir sin vacilar: ¡Sí, la depresión se cura!"

Bibliografía

Quiero rendir un caluroso agradecimiento a todos los psicoanalistas europeos, estadounidenses y latinoamericanos que, entre 1940 y 1970, publicaron numerosos artículos y libros esenciales sobre la depresión. Cuando exploremos la gran cantidad de publicaciones de esa época dedicadas a diferentes aspectos de la depresión, nos sorprenden la variedad de temas tratados, la cuidadosa investigación que los respalda y, sobre todo, el gran esfuerzo de reflexión que esos trabajos representan. Todas esas valiosas contribuciones psicoanalíticas y psiquiátricas nos han ayudado a comprender mejor la depresión y a cuidar con más cariño a nuestros pacientes deprimidos. [decidí que era mejor para nosotros, los no expertos, consultar la bibliografía relacionada con el mismo Dr. Nasio, porque creo que es de fácil acceso y comprensión, una disculpa].

Nasio, J. D. (1998). *Enseñanza de 7 conceptos cruciales del psicoanálisis*. Barcelona: Gedisa. [Aquí desarrollo el concepto de forclusión]

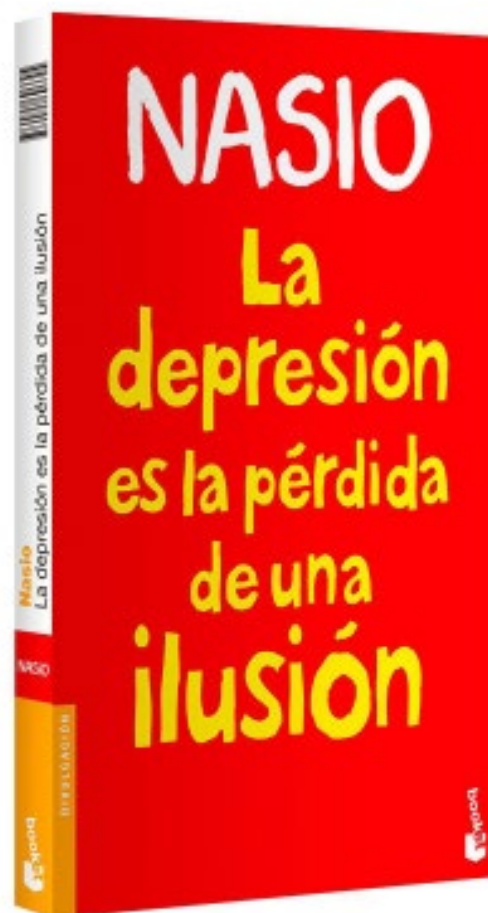
Nasio, J. D. (2006): *El dolor de amar*, Barcelona: Gedisa. [Aquí desarrollo los conceptos de duelo normal y duelo patológico.]

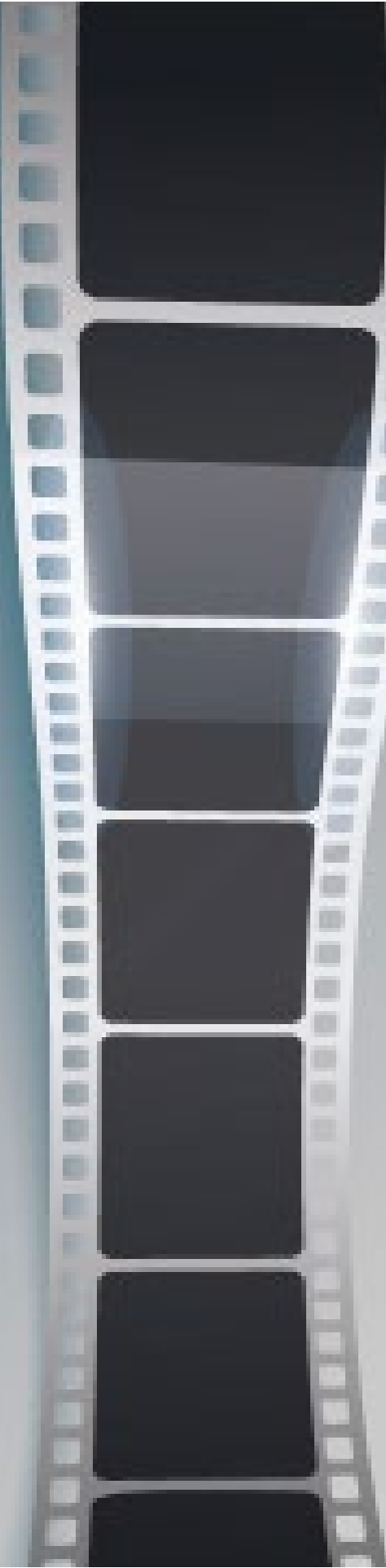
Nasio, J. D. (2013): *¿Por qué repetimos siempre los mismos errores?*, Buenos Aires, Paidós. [Aquí desarrollo los conceptos de la triple empatía operada por el psicoanalista y del psicotraumatismo infantil.]

Nasio, J. D. (2016): *¡Sí, el psicoanálisis cura!*, Buenos Aires, Paidós. [Aquí muestro en detalle cómo trabaja un psicoanalista].

Sobre el autor

Félix Luis Morales Castro. Soy ingeniero en comunicaciones y electrónica del IPN. He leído desde que mi padre me enseñó por medio de un método arcaico llamado silabario hace más de 70 años. Leo de todo: ciencia, literatura, deportes, etc. Leo mucho en inglés. Tengo algo así como 20 años promoviendo la lectura en varios grupos, uno llamado Abuelos Lectores Cuentacuentos de la UNAM. Tengo unos cinco mil libros, cientos de revistas, periódicos antiguos, recopilado todo desde hace décadas hasta la actualidad. PD. Sufro miopía.





Cuando el cine nos mira: salud mental, emociones e inteligencia artificial

Raúl Casamadrid

Resumen

El cine posee la capacidad de representar emociones y experiencias humanas que a veces resulta difícil expresar con palabras. A través de sus historias, escenas y personajes, puede ayudarnos a reconocer sentimientos como miedo, soledad, alegría, tristeza, ansiedad, duelo y esperanza, además de favorecer la empatía y la reflexión personal. Sin embargo, una película no sustituye la atención psicológica ni permite diagnosticar problemas reales, pues transforma o exagera situaciones con fines narrativos. De manera semejante, la inteligencia artificial

generativa puede producir la sensación de ser escuchados mediante una conversación, pero esto no equivale a comprender, acompañar o cuidar. Tanto el cine como la inteligencia artificial pueden servir como herramientas para pensar sobre la salud mental, identificar experiencias compartidas y preguntarnos cómo nos sentimos. Para aprovechar sus beneficios responsablemente, es indispensable mantener una postura crítica y distinguir claramente entre la reflexión, el entretenimiento, los vínculos humanos y la atención profesional especializada.

Introducción

¿Alguna vez has terminado de ver una película y te has quedado pensando en ella durante horas? Tal vez una escena te hizo reír o llorar; un personaje te recordó a alguien o descubriste que aquello que le ocurría en pantalla se parecía –aunque fuera un poco– a algo que tú habías sentido o vivido. El cine tiene esa capacidad: puede mostrarnos emociones que conocemos, pero que a veces no sabemos cómo explicar. Un filme puede transmitirnos miedo, soledad, alegría, tristeza, ansiedad, duelo o esperanza sin necesidad de recurrir a palabras complicadas. Por ello, además de entretenernos y ayudarnos a entender mejor nuestra propia naturaleza, el cine puede convertirse en un espejo en el que reconocemos algo que refleja nuestras experiencias.

Es importante tener cuidado: una película no es un consultorio psicológico, y un personaje en la pantalla no sustituye a un

terapeuta ni puede diagnosticar problemas reales. El cine crea historias que, a menudo, exageran o transforman las experiencias humanas para despertar ciertas emociones en quienes lo ven. Su gran valor radica en otro aspecto: la cinematografía nos ofrece la oportunidad de contemplar, desde cierta distancia, situaciones que forman parte de la realidad y que a menudo se parecen a las experiencias que hemos vivido.

Gracias a la proyección en la pantalla, podemos sentir una conexión más profunda con alguien que atraviesa una crisis, entender mejor a una persona que se siente sola o simplemente descubrir que lo que pensamos que sólo nos sucede a nosotros, también forma parte de la experiencia de los demás. En ese sentido, ver una película puede ser una forma de entendernos mejor, de motivarnos a preguntar cómo estamos y de fortalecer la manera en que nos relacionamos con quienes nos rodean.

Desde el 30 de noviembre de 2022, cuando salió al público el Chat Generative Pretrained Transformer (Chat GPT), hemos visto cómo, al estar frente a una pantalla –ya sea del cine, de una computadora o de nuestro teléfono inteligente–, podemos disfrutar de historias y, en algunos casos, recibir respuestas cuando les hablamos. Mientras que el cine nos invita a vernos reflejados en las historias, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) puede hacernos sentir escuchados mediante una conversación. Sin embargo, reflejar y escuchar no son lo mismo que comprender, acompañar y cuidar. Es importante que adoptemos una postura crítica, sin necesidad de temerlas ni rechazarlas

por completo. Sin duda, tanto el cine como la IAG pueden ayudarnos a reflexionar sobre nuestra salud mental, siempre y cuando sepamos distinguir entre una herramienta de reflexión o entretenimiento y un reemplazo de nuestros vínculos humanos y de la atención profesional.

La soledad de las butacas y las pantallas vacías

Pero ¿serán capaces el cine y la inteligencia artificial de ayudarnos a entender y mejorar nuestra salud mental? La respuesta no tiene por qué ser necesariamente optimista o ingenua. De hecho, tanto el cine como la Inteligencia Artificial Generativa son herramientas culturales que nos ayudan a mediar en nuestras experiencias: el cine, a través de imágenes, sonidos y narrativas, nos permite observar, reconocer y resignificar vivencias humanas; mientras que la IAG, por medio del diálogo y la lluvia de ideas, puede ofrecer un espacio para hablar, reflexionar y organizar nuestros pensamientos. Por supuesto, ni el cine ni la inteligencia artificial reemplazan, por sí mismos, la valiosa experiencia del acompañamiento humano.

A veces, una película nos conecta con nosotros mismos o con una situación tan cercana que casi podemos sentirla propia: una experiencia cotidiana, un personaje, una escena, una canción o una historia. El cine no solo nos divierte, sino que también refleja, interpreta y sensibiliza ante la experiencia humana. Además, el cine puede hablar de la salud mental; existen películas muy conocidas

y accesibles que abordan temas psicológicos con tramas cargadas de emoción. Al verlas y reflexionar sobre ellas, es muy probable que también pensemos en nuestra propia vida, en nuestras emociones y sentimientos.

Películas que muchas personas han visto o reconocido en algún momento, como *Titanic*, por ejemplo, nos muestran que las emociones se convierten en personajes que nos enseñan que la tristeza, la alegría, el miedo, el enojo o el engaño forman parte de una misma experiencia afectiva. La saga de *Harry Potter* nos invita a explorar temas como la amistad, el trauma y las dificultades para formar vínculos durante la adolescencia. *Roma* refleja los conflictos emocionales, familiares y corporales propios de una época determinada. Por otro lado, películas como *Spider-Man: Un nuevo universo* y otras historias de superhéroes nos acercan, desde la ficción, a experiencias como la inseguridad, la pérdida, la responsabilidad y la búsqueda de identidad. Aunque sabemos que estos son personajes ficticios, muchas de esas experiencias pueden resonar profundamente en nuestro interior.

Por otra parte, el cine no siempre diagnostica ni explica la salud mental, pero puede ofrecernos imágenes, situaciones y emociones que nos ayudan a reconocer lo que sentimos, a ponerle nombre y a empezar a reflexionar sobre nuestra propia experiencia. En ese sentido, el cine puede convertirse en un espacio de identificación y sensibilidad: una pantalla en la que, sorprendentemente, al ver la vida de otros personajes podemos encontrarnos mirando nuestra propia vida. Así, se abre la posibilidad de una transición

natural: del cine –que es un medio de representación– al diálogo con una inteligencia artificial –como una forma de conversar y mediar– sobre la experiencia humana.

De la pantalla como espejo a la inteligencia artificial como interlocutor

Por mucho tiempo, el cine ha sido como un espejo cultural que nos invita a reflexionar. No porque simplemente refleje nuestra vida de manera exacta, sino porque nos ayuda a reconocernos en las experiencias de otros. El miedo de un personaje puede traernos a la memoria nuestros propios temores; su soledad puede hacernos visibles los momentos en los que nos sentimos solos; una pérdida, una amistad, un conflicto familiar o la búsqueda de identidad, todo eso puede cobrar vida en la pantalla y facilitarnos entender lo que aún no sabemos cómo expresar. De esta manera, la pantalla no solo cuenta historias: nos presenta representaciones que nos permiten interpretar y comprender mejor nuestras propias emociones.

La aparición de la inteligencia artificial introduce una transformación significativa en esta relación. A diferencia de la pantalla cinematográfica, que ofrece una experiencia cerrada y no puede adaptar su respuesta a cada espectador, la IAG conversacional es capaz de recibir una pregunta, responder y continuar el intercambio dialógico a partir de lo que la persona expresa. Ya no estamos solamente ante una pantalla que refleja la experiencia humana representada por otros, sino frente a una tecnología que puede asu-

mir—al menos funcionalmente—el lugar de un interlocutor. Una persona puede escribir: “Estoy triste y no sé por qué”, o “No sé cómo explicar lo que me está pasando”, y recibir una respuesta por parte de la IAG que le ayude a ordenar sus pensamientos y considerar nuevas perspectivas. Esta posibilidad constituye una novedad cultural importante: la tecnología deja de ser únicamente un medio para acceder a contenidos y comienza a participar en determinadas formas discursivas de conversación.

Conviene mantener presente una distinción formal: mientras el cine nos permite sentirnos reflejados en una historia, la IAG nos brinda la sensación de ser escuchados en una conversación. Pero reflejar y escuchar no son lo mismo que comprender, acompañar y cuidar de manera humana. Una inteligencia artificial puede producir respuestas coherentes, empáticas y, en apariencia, personalizadas, porque ha sido diseñada para interactuar mediante el lenguaje, más esa capacidad no debe confundirse con la experiencia humana de la empatía, la amistad, el cuidado amoroso o la responsabilidad frente al sufrimiento de otra persona. Sin embargo, aunque puede convertirse en un recurso para la reflexión personal, la inteligencia artificial no deja de ser una herramienta tecnológica.

Cine, inteligencia artificial y salud mental

El cine puede ayudarnos a reconocer emociones y experiencias en el ámbito de la salud mental, mientras que una conversación con la IAG puede ayudarnos a verbali-

zarlas. Ambos procesos comparten un valor reflexivo y educativo: la película nos lleva a decir “Lo que vive ese personaje se parece a lo que yo he sentido”, y una conversación con la IAG puede llevarnos a decir “Lo que me está pasando, necesito platicarlo con alguien”. En ambos casos existe una toma de conciencia; pero el encuentro con otra persona, la construcción de vínculos, la búsqueda de apoyo y —dado el caso— la atención recibida de profesionales de la salud pertenecen a un ámbito que ninguna pantalla puede sustituir.

El cine construye un espejo y la inteligencia artificial puede ofrecer un interlocutor: el primero trabaja mediante imágenes, sonidos, personajes y relatos; mientras que la segunda lo hace a partir del lenguaje y la interacción. Ambos son dispositivos de mediación que pueden contribuir a que reflexionemos sobre quiénes somos, qué sentimos y cómo interpretamos nuestras experiencias. Pero existe una diferencia fundamental: mientras el espejo cinematográfico no pretende ser una persona, el interlocutor artificial puede generar la sensación de estar conversando con alguien. Y es precisamente en esa sensación donde se encuentran tanto su potencial como su riesgo. Que una persona se sienta escuchada por una inteligencia artificial puede ser significativo, especialmente cuando tiene dificultades para expresar lo que siente. Pero sentirse escuchado no significa necesariamente haber sido comprendido, y mucho menos acompañado. La conversación puede comenzar con una máquina, pero el cuidado de la persona no debe terminar en ella.

La incorporación de la inteligencia artificial a nuestra experiencia emocional no puede plantearse desde la oposición simplista entre tecnología y humanidad. El desafío consiste en humanizar el uso de la tecnología sin atribuirle capacidades humanas que no posee. Si bien una película puede ayudarnos a comprender nuestra tristeza y la IA puede auxiliarnos a encontrar palabras para expresarla, lo cierto es que comprender profundamente a otra persona implica reconocer su historia, su vulnerabilidad, su contexto y su singularidad. Y, cuidarla, requiere asumir una responsabilidad frente a ella. No se trata de preguntarse si la inteligencia artificial puede reemplazar las formas humanas de acompañamiento, sino cómo podemos aprovechar nuevas herramientas para encontrarnos con los demás.

El tema no consiste en realizar diagnósticos profesionales basados en la cinematografía, sino en preguntarnos cómo el cine construye imaginarios sobre la tristeza, la ansiedad, la soledad, los traumas, las diferencias, las segregaciones o las inclusiones y la búsqueda de sentido. Cuando se observa una enfermedad a través de la pantalla, el resultado resulta particularmente inquietante, ya que el filme puede sensibilizar y, al mismo tiempo, reproducir estereotipos. Lo cierto es que las representaciones cinematográficas no equivalen a una descripción clínica. Y es importante saber diferenciar entre representación, experiencia y realidad.

Ahora, frente al diálogo fructífero y ante la llegada de la inteligencia artificial, esta aparece como un nuevo dispositivo de

mediación. ¿Es verdad que una persona puede escribirle a una inteligencia artificial generativa cosas que quizá le cuesta decir o confesar a otra persona? Y también es cierto que, de esta forma, es más fácil ordenar los pensamientos, formular ciertas preguntas o encontrar palabras para expresar aquello que se siente; y aquí debe aparecer una distinción fundamental: sentirse escuchado no significa necesariamente ser comprendido. Por otra parte, hay que comprender que el cine trabaja principalmente mediante la representación y el reconocimiento, mientras que la IAG lo hace mediante la interacción y la verbalización de respuestas.

IAG y cine: dos formas de mediación para la experiencia humana

Mientras que la inteligencia artificial generativa se presenta como un interlocutor, la cinematografía se construye como un espejo; sin embargo, ninguna de las dos es capaz de entablar por sí misma una relación humana. Veamos esta tabla comparativa:

Cine	IAG
Representa experiencias	Responde a expresiones
Produce identificación	Produce interacción
Nos permite reconocernos	Nos permite verbalizar
Construye personajes	Construye respuestas
Genera emociones	Puede generar sensación de escucha
Ofrece perspectivas	Ofrece interlocución simulada

Es importante hacer énfasis en el hecho de que acompañar no es comprender; aunque sus respuestas sean elaboradas con lógica y cierta objetividad, desde una posición ética, una Inteligencia Artificial Generativa sólo puede ser útil para reflexionar, informarse o poner en palabras una experiencia, pero cuando existe sufrimiento psicológico significativo, la conversación con una máquina no debe confundirse con la atención que brinda un profesional ni con la presencia de una red humana de apoyo.

En conclusión, tanto el cine como la IAG son herramientas que tienen la posibilidad de humanizar nuestra comprensión de las emociones y los sentimientos, pero es importante no deshumanizar el cuidado y el acompañamiento. Recordemos que, mientras el cine

puede mostrarnos que no estamos solos, la inteligencia artificial puede ayudarnos a poner en palabras aquello que nos ocurre; sin embargo, comprender al otro implica algo que ninguna tecnología puede garantizar por sí misma. Porque, entre nosotros, los humanos, aprender a reconocer nuestra propia singularidad y la forma en cómo contextualizarla es humanizarnos, y entender la manera en cómo compartir nuestra vulnerabilidad y ser capaces de asumir esa responsabilidad, es acompañarnos.

No se trata de desconocer el enorme avance de la IAG, convertida en vanguardia tecnológica, sino de preguntarnos qué ocurre con nuestra humanidad cuando incorporemos nuevas tecnologías con la finalidad de hablar de aquello que más profundamente nos afecta. Las tecnologías pueden ayudarnos a revisar nuestra salud mental, pero el desafío verdaderamente humano consiste en no olvidar que la salud mental se construye, primordialmente, en el encuentro con los otros.

Hoy podemos sumergirnos en la realidad y reflexionar sobre el concepto de nuestra existencia, utilizando el cine y la IAG como dos ventanas para pensar y reconsiderar el significado de nuestras experiencias humanas.

Sobre el autor

Raúl Casamadrid es editor, poeta, ensayista y narrador. Sus recientes publicaciones son *Creatividad y autenticidad en la investigación académica* (Tirant lo Blanch, 2025); *El relajo en el cine mexicano* (IMCED, 2025) y la edición bilingüe del poemario 2025 (Dark Light-NY, 2025). Es doctor en Arte y Cultura, maestro en Estudios del Discurso y licenciado en Letras Hispánicas; sus líneas de investigación son el análisis literario y la teoría cinematográfica. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. E-mail: raul.casamadrid@hotmail.com

DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dr. Javier de la Fuente Hernández

Secretario General

Mtro. Hugo Concha Cantú

Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz

Secretaria de Desarrollo Institucional

Dr. Manuel Palma Rangel

Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Dra. 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 10, No. 20, Julio-Diciembre de 2026, 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: 16 de octubre de 2026.

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.

PaCiencia Pa'Todos

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

#

¡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.