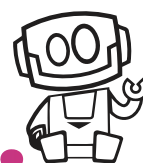




INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Lectura Científica



2026-2027



NIVEL

PRIMARIA Y SECUNDARIA



GOBIERNO DE
MÉXICO



Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

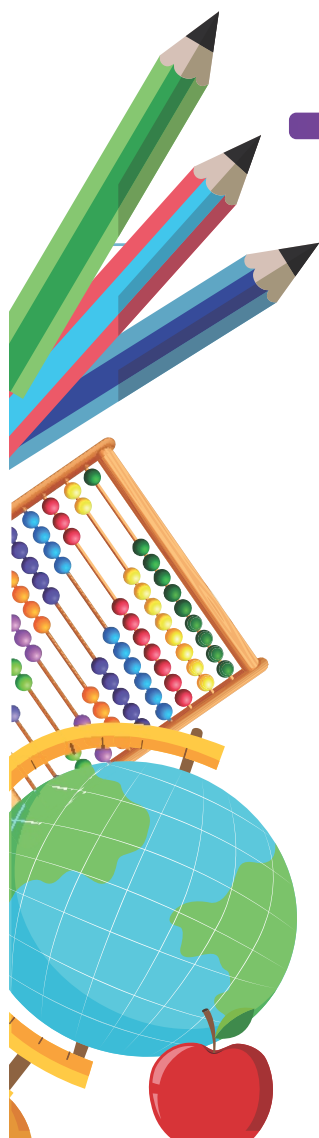


MICHOACÁN ES
MEJOR



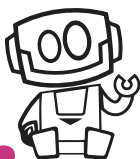
Secretaría
de Educación
GOBIERNO DE MICHOACÁN

Plan
Michoacán
por la Paz y la Justicia



Lectura Científica

2026-2027



NIVEL PRIMARIA Y SECUNDARIA



Página Legal

Quinta Edición: Septiembre 2026. Es una publicación anual.

Derechos Reservados: Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán de Ocampo.

Calzada Juárez no. 1446, Col. Villa Universidad, C.P. 58060. Morelia, Michoacán, México.

No. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo no. 04-2022-083011125400-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN en Trámite. Responsable de la última actualización de este número: Dra. Alejandra Ochoa Zarzosa, Directora General del Instituto de Ciencia,

Tecnología e Innovación; icti.michoacan.gob.mx,

Fecha de la última modificación 24 de Agosto de 2026

Certificado de licitud de Título y contenido: En trámite.

**“Participa la Secretaría de Educación en el Estado (SEE) mediante
Convenio Marco de Colaboración de fecha: 29 de junio de 2022.”**

Reserva de derechos al uso exclusivo

Autores (as)

Pedro Medina Rosas

Yoselin Canela León

Alejandra Correa González

Ivette Marai Villa Villaseñor

Joshua Nataniel Espinobarros Rodríguez

Miguel Ángel Méndez Lemus

Claudia Vianey Bazán Rodríguez

Paola Jiménez Alcántar

Adriana Lechuga Granados

Juan Daniel Olivares Herrera

Luis Jesús Peña Vázquez

José Armando Magaña González

Andrea Monserrat Negrete Paz

Miriam Judith Zavala Alcocer

Plácido Augusto Colín Macedo

Rebeca Aneli Rueda Jasso

América Baleón Sepúlveda

Ana María Huerta Olalde

José Eduardo Ramos Ramírez

Ilce Nallely Orozco Montañez

Denise Montserrat Bautista Urbina

Valeria Garduño Mercado

Valeria Maeda Gutiérrez

Itzel Paulina Izquierdo López

Coautores (as)

Hortencia Gabriela Mena Violante

Joel Hernández Bedolla

Esperanza Meléndez Herrera

Marcos Gutiérrez López

Jessica Beatriz Herrera Ojeda

Ana Lizbeth Arreola Maciel

Ernesto Oregel Zamudio

María Valentina Angoa Pérez

Laura Elisa Negrete Paz

María Dolores Rodríguez Torres

Yunuen Tapia Torres

Oscar Guzmán Virgen

Norma Laura Godínez Reyes

Gabriela Zavala Hernández

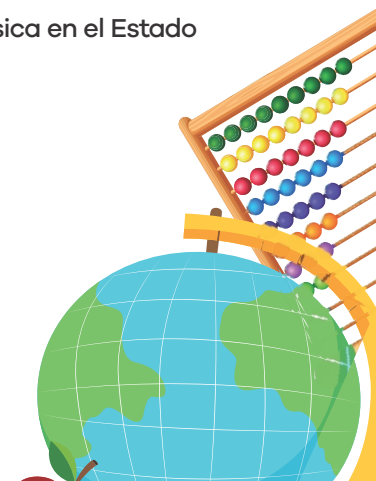
Liliana García Romero

Roberto Oropeza Tena

Agradecimientos Especiales

María del Carmen Escobedo Pérez

Subsecretaria de Educación Básica en el Estado



Coordinación Editorial

Evaluadores (as):

María Liliana Ávalos Rodríguez
Ek del Val de Gortari
Judit Araceli Aviña Verduzco
María Elena Rivera Heredia
Anel Gómez García
Ana María Méndez Puga
José Juan Alvarado Flores
Ismeli Alfonso López
Juan Carlos Jiménez Cruz
Saray Bucio Mendoza
Jennifer López Chacón
Isabel Israde Alcántara
Guillermo Cisneros Máximo
Salvador García Espinosa
Patricia Serna González
Rosenda Aguilar Aguilar

Alejandra Ochoa Zarzosa
Directora General del Instituto de Ciencia,
Tecnología e Innovación

Elvira Bedolla Pérez
Coordinadora del Programa de Lectura
Científica y Jefa de Departamento para
la Cultura de la Innovación Empresarial y
Prospectiva de Mercados

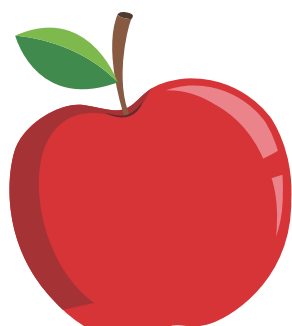
Ricardo Abiud Reyes López
Diseño e Impresión

Corrección Ortográfica y de Contenido

Elvira Bedolla Pérez

Morelia, Michoacán
Edición 2026
PROHIBIDA SU VENTA

Las opiniones expresadas por los autores
no necesariamente reflejan la postura
del editor de la publicación.





Directorio de Gobierno

Gobierno del Estado de Michoacán

Alfredo Ramírez Bedolla
Gobernador Constitucional
del Estado de Michoacán

Raúl Zepeda Villaseñor
Secretario de Gobernación

Luis Navarro García
Secretario de Finanzas y Administración

Claudio Méndez Fernández
Secretario de Desarrollo Económico

José Antonio Cruz Medina
Secretario de Seguridad Pública

Roberto E. Monroy García
Secretario de Turismo

Alejandro Méndez López
Secretario del Medio Ambiente

María Elena Huerta Moctezuma
Secretaria de Desarrollo Urbano y Movilidad

Elías Ibarra Torres
Secretario de Salud

Cuauhtémoc Ramírez Romero
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Rogelio Zarazúa Sánchez
Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas

Patricia Flores Anguiano
Secretaria de Educación

Tamara Sosa Alanís
Secretaria de Cultura

Andrea Janet Serna Hernández
Secretaria de Bienestar

Antonio Soto Sánchez
Secretaria del Migrante

Alejandra Anguiano González
Secretaria de Igualdad Sustantiva y Desarrollo
de las Mujeres Michoacanas.

Francisco Ramírez Flores
Secretaria de Contraloría

Záyin Dáleth Villavicencio Sánchez
Coordinadora General de Comunicación Social



Directorio ICTI

Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación

Alejandra Ochoa Zarzosa
Directora General

Alba Melissa Ayala Curiel
Delegada Administrativa

Jaquelina Julia Guzmán Rodríguez
Subdirectora de Innovación

Omar Jaimes Brito
Subdirector de Desarrollo Tecnológico

Gerardo Reyes Olalde
Subdirector de Vinculación

Elvira Bedolla Pérez
Coordinadora del Programa de Lectura
Científica y, Jefa de Departamento
para la Cultura de la Innovación Empresarial
y Prospectiva de Mercados

Martín Alonso Lerma Herrera
Jefe de Departamento de Transformación Digital

Mauricio Octavio Domínguez González
Jefe de Departamento de Vinculación
Interinstitucional y Estadística

Markevich Maazel Olivera Mora
Jefa de Departamento de Desarrollo
Científico y Tecnológico

Anid Vanessa Díaz Buck
Jefa de Departamento de Fomento a las
Ciencias Sociales y Humanidades

José Antonio Durán Rangel
Jefe de Departamento de Protección de
Invenciones y Estudios Técnico-científicos

Oscar Díaz Sánchez
Jefe de Departamento de Recursos
Financieros, Humanos y Materiales

Daniel Eduardo Armenta Quijada
Jefe de Departamento de Difusión
y Divulgación

Enlace Jurídico
Dulce Guadalupe González Alonso





Comité Académico

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN (SEE)

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN BÁSICA

Jaime Aguilar Corona

Responsable del Programa "Ciencia en la Escuela" de Educación Básica y Representante de la SEE/SEB/ICTI

Juan Matilde Cabrera

María Guadalupe Guzmán Martínez

Equipo del Programa "Ciencia en la Escuela"

Néstor Dimas Huacuz

Enlace de la Dirección General de Educación Indígena

J. Abelardo Mejía Rodríguez

Enlace de la Dirección de Educación Primaria

Habacuc Hernández Ortiz

Enlace Secundarias Generales

Luis Ramírez Loe

Enlace de Secundarias Técnicas

César Torres Cortés

Enlace Telesecundarias

Deyanira María Bedolla Valdés

Enlace de Educación Especial

María de la Concepción Gabriel Mondragón

Enlace de Educación Extraescolar

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO CAMPUS MORELIA (UNAM)

Ana Claudia Nepote González

Luis Alejandro Pérez Ortiz

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO (UMSNH)

Jennifer López Chacón

UNIVERSIDAD INTERCULTURAL
INDÍGENA DE MICHOACÁN (UIIM)

Lucía Cacari Alejos

UNIVERSIDAD DE LA CIÉNEGA
DEL ESTADO DE MICHOACÁN (UCEMICH)

Andrés Rodrigo Mendoza Betancourt

INSTITUTO DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
Y SUPERIOR DEL ESTADO DE
MICHOACÁN (IEMSYSEM)

Jair de Jesús Ortiz Reyes

COLEGIO DE BACHILLERES DEL ESTADO
DE MICHOACÁN (COBAEM)

Austreberta Correa Cardoso

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y
TECNOLÓGICOS DEL ESTADO DE
MICHOACÁN (CECYTEM)

Olimpia Guzmán Vanegas

Blanca Estela Toscano Trujillo

INSTITUTO NACIONAL PARA LA EDUCACIÓN
DE LOS ADULTOS (INEA)

Viridiana González Pineda

Ana María Chávez García

CONSEJO NACIONAL DE FOMENTO EDUCATIVO
(CONAFE) MICHOACÁN

J. Belén Salinas Pérez

SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO
INTEGRAL DE LA FAMILIA (DIF) MICHOACÁN

José Ernesto Vargas Hernández

SISTEMA MICHOACANO DE RADIO
Y TELEVISIÓN (SMRTV)

Eder Said Quiroz Lizaran

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI):
Fomento de Vocaciones Científicas a través de la lectoescritura en niñas, niños y jóvenes
de comunidades urbanas y rurales del Estado de Michoacán.

Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI)

Alejandra Ochoa Zarzosa

Alba Melissa Ayala Curiel

Jaquelina Julia Guzmán Rodríguez

Elvira Bedolla Pérez

Martín Alonso Lerma Herrera

Secretaría de Educación en el Estado (SEE)

Nohemí Vargas Arreola

Luis Armería Zavala

Universidad Intercultural Indígena del Estado de Michoacán (UIIM)

Luis Bernardo López Sosa



Instituciones Organizadoras

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
EN EL ESTADO (SEE)
Patricia Flores Anguiano
Secretaria de Educación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO
(UNAM- MORELIA)
Yunuen Tapia Torres
Directora de la ENES Morelia

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO (UMSNH)
Yarabí Ávila González
Rectora

UNIVERSIDAD INTERCULTURAL
INDÍGENA DE MICHOACÁN (UIIM)
Jennifer Martínez Murillo
Rectora

UNIVERSIDAD DE LA CIÉNEGA
DEL ESTADO DE MICHOACÁN (UCEMICH)
Gloria Janneth López Mercado
Rectora

INSTITUTO DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
Y SUPERIOR DEL ESTADO DE MICHOACÁN
(IEMSSEM)
Mariana Sosa Olmeda
Directora General

COLEGIO DE BACHILLERES DEL
ESTADO DE MICHOACÁN (COBAEM)
David Alfaro Garcés
Director General

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS
Y TECNOLÓGICOS DEL ESTADO
DE MICHOACÁN (CECYTEM)
Juan Carlos Velasco Procell
Director General

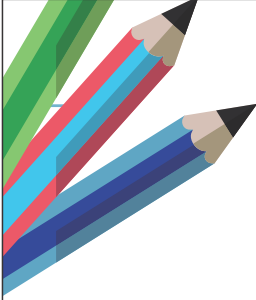
COLEGIO NACIONAL DE FOMENTO
EDUCATIVO (CONAFE)
Genoveva Pérez Vieyra
Coordinadora Regional

SISTEMA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL
DE LA FAMILIA DEL ESTADO DE MICHOACÁN
(DIF)
Ana Sofía Bautista Aguiñiga
Directora General

UNIDAD DE OPERACIÓN DEL INSTITUTO
NACIONAL PARA LA EDUCACIÓN
DE LOS ADULTOS (INEA)
Elesban Aparicio Cuiriz
Titular de la Unidad de Operación
en Michoacán

SISTEMA MICHOACANO DE RADIO Y TELEVISIÓN
Benjamín Mendoza Madrigal
Director General





Presentación

Libros de Lectura Científica

¿Alguna vez te has preguntado por qué llueve, cómo crecen las plantas que viven bajo nuestros pies o cómo los científicos descubren cosas nuevas y logran curar enfermedades con fármacos? La ciencia comienza con una pregunta, con la curiosidad de observar el mundo y con el deseo de comprender cómo funciona. Aunque la ciencia es para todas las personas, a menudo se comunica con un lenguaje que puede resultar difícil de entender. Por eso, es importante compartirla de una manera clara y accesible, para que los textos nos sirvan para dialogar e iniciar conversaciones sobre temas que muchas veces ni nos imaginamos.

Este libro que vas a leer nace con el propósito de fomentar la lectura científica como una herramienta para despertar la curiosidad, fortalecer el pensamiento crítico y promover una mejor comprensión del mundo que habitamos. A través de estas lecturas conocerás historias, investigaciones y descubrimientos que te ayudarán a entender mejor tu entorno y la importancia de cuidarlo. Pero al mismo tiempo, si lees con detalle, descubrirás que cada texto lleva la huella digital de quien lo escribió; de esa persona que dedicó su tiempo y su creatividad a dar respuesta a sus propias preguntas.

En estas páginas encontrarás historias sobre el fascinante mundo de los insectos, los misterios de las plantas, robots, computadoras, el cuerpo humano y muchos otros temas. También descubrirás cómo el suelo, las bacterias, la inteligencia artificial, la tecnología y la salud forman parte de nuestra vida cotidiana y de los grandes desafíos que enfrenta nuestro planeta. Este libro reúne el trabajo y la experiencia de numerosos autores que comparten el compromiso de acercar la ciencia a las nuevas generaciones.

Cada lectura es una oportunidad para imaginar, preguntar, experimentar y aprender. Esperamos que este libro despierte tu interés por la ciencia, te anime a hacer nuevas preguntas y te inspire a observar con atención todo lo que ocurre a tu alrededor. Tal vez, al terminar estas páginas, descubras que tú también puedes ser un gran científico o una gran científica y que logres con tu creatividad generar propuestas para resolver los grandes retos de la humanidad.

Yunuen Tapia Torres



Introducción

Libros de Lectura Científica

Representa un gran gusto para el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán el poder llegar a una edición más del Programa de Lectura Científica. El ciclo 2026-2027 llega reforzado, ahora financiado parcialmente por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) a través del programa de Divulgación Comunitaria de la Ciencia y las Humanidades.

Como en cada edición, agradecemos a las y los divulgadores que, con muchísimo entusiasmo, envían sus textos para convertir la ciencia en palabras accesibles para todas y todos.

Integrar el conocimiento científico a nuestra cultura es una de las premisas fundamentales de la divulgación, la cual debe hacerse de forma asertiva, digerible y, sobre todo, lúdica. A través de la lectura podemos incidir en vocaciones científicas, pero lo más importante es que también estamos formando una ciudadanía empática, resiliente y capaz de tomar mejores decisiones basadas en el conocimiento.

Los textos que componen el Programa de Lectura Científica 2026-2027 abarcan áreas del conocimiento relacionadas con la biología, la salud, el cuerpo humano, la ciencia de los materiales, la química, las ciencias de la Tierra y la tecnología. Como ocurre edición tras edición, en las lecturas para los niveles de primaria, secundaria y media superior, los lectores encontrarán lugares comunes y situaciones cotidianas; sobre todo, se nutrirán de conceptos y fenómenos que están presentes en nuestro día a día de forma palpable.

En esta entrega, viajaremos a través del olfato de los insectos, conoceremos a los felinos que habitan en nuestro país, descubriremos los superpoderes que tiene nuestro cuerpo y aprenderemos más sobre los terremotos. También abordaremos la importancia de la inteligencia artificial, los sentimientos, la salud mental y la autopercepción, por nombrar tan solo algunos de los temas que se podrán revisar.

La divulgación del conocimiento es un arte que puede transmitirse de muchísimas maneras, y una de ellas es, precisamente, a través de la lectura. Estamos convencidos de que estos textos harán eco no solo en nuestros estudiantes de educación básica y media superior, sino que son lecturas capaces de llegar a todas las personas. Cómo en cada edición, interpretamos algunos de los textos a las cuatro lenguas originarias que se hablan en nuestro Estado, la ciencia debe de llegar a todas y a todos sin distinción, aludiendo a su carácter universal.

Desde el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán, hacemos una cordial invitación a todas y todos nuestros lectores para que, a través del conocimiento, podamos rescatarnos, transformarnos y, sobre todo, construir una mejor sociedad, un mejor estado y un mejor país.

Con ciencia y tecnología, ¡Michoacán es mejor!

Dra. Alejandra Ochoa Zarzosa
Directora General
ICTI



Índice

NIVEL PRIMARIA



Biología / Unidad 1..... Pág. 12

- El olfato secreto de los insectos..... 13
- Aliados bajo tierra: los hongos que..... 18
alimentan a las plantas.
- Queremos corales de colores..... 23
- Los seis felinos de México: una expedi-..... 28
ción científica por selvas, montañas
y desiertos.
- La hierba del sapo: una planta..... 33
sorprendente del campo



Ecología / Unidad 2..... Pág. 38

- El viaje de las gotas de agua:..... 39
una travesía de años
- Skiffi: y el misterio del agua invisible..... 43



Cuerpo Humano / Unidad 3..... Pág. 46

- ¿Superpoderes yo?, ¡todo lo que tu cuerpo..... 47
es capaz de hacer!.
- El niño que imprimió su corazón..... 51



Ciencia de los materiales / Unidad 4..... Pág. 54

- La ciudad de los electrones..... 55



Ciencias de la Tierra / Unidad 5..... Pág. 58

- El increíble mundo de los terremotos..... 59



Química / Unidad 6..... Pág. 63

- ¿Por qué a veces la leche nos cae mal?:..... 64
el secreto que esconde tu pancita.

NIVEL SECUNDARIA



Biología / Unidad 1..... Pág. 70

- El lado oscuro de lo que me como..... 71



Ecología / Unidad 2..... Pág. 75

- La ciudad que escuchó la lluvia..... 76
- Un equipo sorprendente:..... 80
la cooperación entre bacterias.
- La actividad de la gallina ciega..... 83
- El suelo se agota: ¿Qué vamos a..... 87
comer mañana?



Salud / Unidad 3..... Pág. 92

- Enfermedades del pasado, amenazas..... 93
del presente: ¿por qué regresan las
enfermedades?.
- El gran colapso del cuerpo de Betillo..... 98



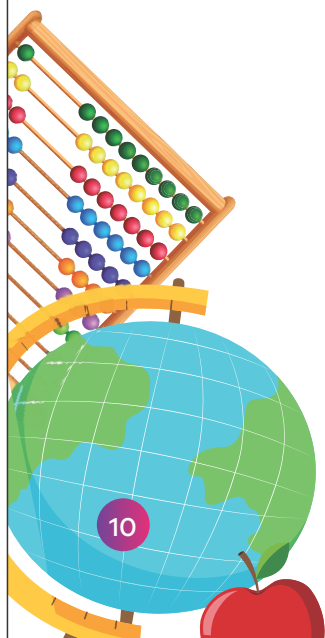
Tecnología / Unidad 4..... Pág. 102

- Inteligencia artificial: qué es, qué no es,..... 103
y por qué debería importarte.
- El bolígrafo: ciencia, historia y vida..... 107
cotidiana.
- El robot que quería ver las estrellas..... 112



Diversos / Unidad 5..... Pág. 115

- ¿Es normal lo que siento?: diferencias..... 116
entre duelo adaptativo y duelo
complicado.
- Más allá del producto: el papel de las..... 121
empresas en el mundo que habitamos.

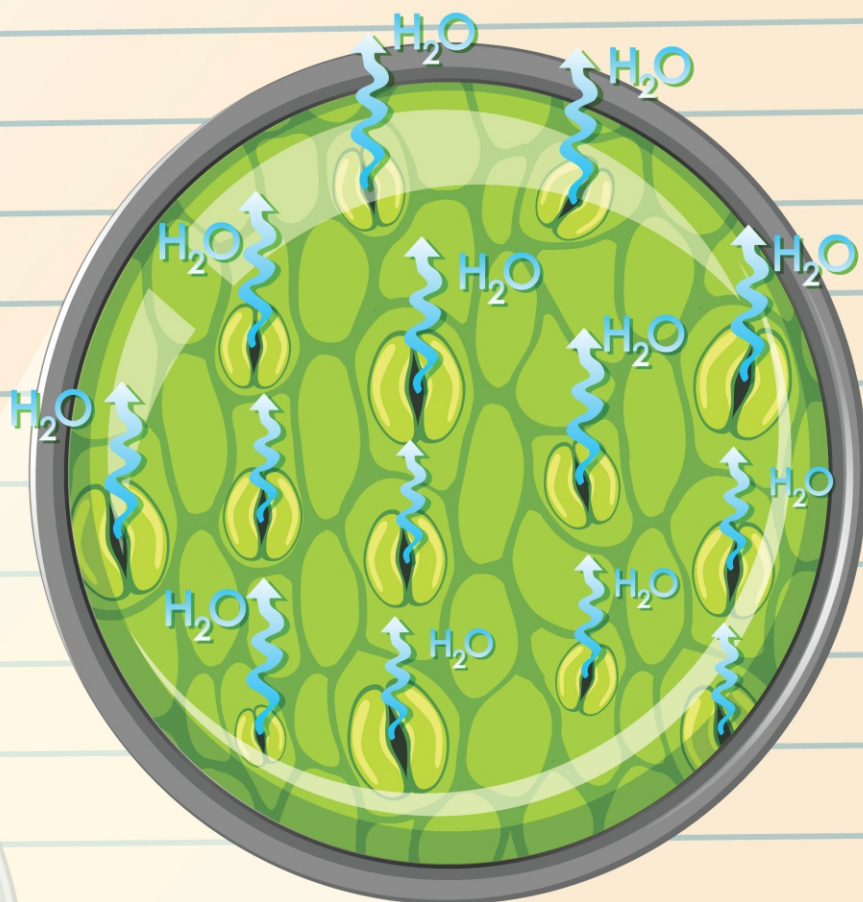




Lectura
Científica
2026-2027

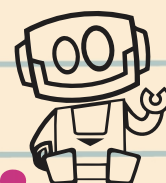
**NIVEL
PRIMARIA**

BIOLOGÍA



UNIDAD 1

Lectura
Científica



2026-2027



El olfato secreto de los

insectos

Luis Jesús Peña Vázquez

Maestro en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable.
Investigaciones en el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles, así como en el estudio de compuestos orgánicos volátiles y su interacción con insectos benéficos.

Ernesto Oregel Zamudio

Profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán.
Realiza actividades de investigación, docencia, divulgación científica y vinculación académica.

¿Te has preguntado alguna vez cómo los insectos “huelen” las cosas?

A diferencia de nosotros, ellos no tienen nariz.

Sin embargo, son capaces de “oler” muchos aromas que están en el ambiente, ya que en el aire existen pequeñas moléculas químicas llamadas compuestos orgánicos volátiles, que provienen de plantas, alimentos o incluso de otros insectos.

Estas moléculas viajan por el ambiente y transportan información importante. Gracias a estas señales químicas, los insectos pueden encontrar alimento, localizar plantas donde vivir, reconocer a otros insectos de su especie o incluso detectar peligros antes de verlos.

Pero entonces surge una pregunta, si no tienen nariz, ¿cómo logran percibir todos esos olores? La respuesta está en una parte de su cuerpo que probablemente ya has visto muchas veces: **las antenas.**

Estas antenas funcionan como verdaderos detectores de olores, ya que en su superficie tienen miles de estructuras microscópicas llamadas sensilas, que actúan como pequeños sensores capaces de “oler” o percibir los aromas del ambiente (Figura 1). Cuando estas moléculas entran en contacto con estas sensilas, se genera una señal que viaja hasta el cerebro del insecto, allí el insecto puede reconocer si ese olor corresponde a comida, a una planta o incluso a un posible enemigo.

Gracias a esto, puede decidir qué hacer, acercarse al olor o alejarse. Además, en algunos insectos, las antenas pueden ser más grandes, permitiendo captar mejor los olores que viajan por el aire.



Figura 1. Antenas de mariposa. Fuente: OpenAI.

Encontrar alimento usando el olfato

El olfato es esencial para que muchos insectos encuentren su alimento. Muchos de ellos detectan compuestos químicos liberados por las plantas.

A través de estos olores pueden reconocer cuáles les sirven como alimento y también dónde pueden dejar sus huevos. También, muchas flores liberan aromas que atraen a los insectos polinizadores, estos aromas indican que la flor tiene alimento como néctar o polen, por lo que los polinizadores pueden encontrar su alimento.

Los mosquitos son otro ejemplo muy conocido. Aunque pueden percibir movimiento y algunos colores, su visión no es muy efectiva. Entonces, ¿cómo logran encontrarnos?

Las hembras utilizan su olfato, es decir, sus antenas, para detectar señales químicas en el aire. Una de las más importantes es el dióxido de carbono (CO_2) que liberamos al respirar, el cual pueden “oler” a cierta distancia y que les ayuda a encontrarnos (Figura 2). Cuando se acercan más, detectan otros olores del cuerpo que les ayudan a ubicarnos mejor. Incluso el CO_2 también lo producen las plantas, y los mosquitos pueden usar estas señales para encontrar fuentes de alimento como el néctar.

Además, los insectos no perciben los olores al azar, su olfato está adaptado para reconocer los olores más importantes de su ambiente. Por ejemplo, la mosca de la fruta puede detectar el olor de las frutas maduras. Este olor le indica que allí hay alimento y también un buen lugar para poner sus huevos, donde sus crías tendrán comida cuando nazcan. Esto muestra que su olfato les ayuda a encontrar los recursos para vivir y reproducirse.

Detectar el peligro gracias al olor

El olfato también ayuda a los insectos a detectar amenazas, por ejemplo, en la naturaleza muchos insectos deben evitar depredadores que intentan comérselos y para lograrlo, algunos pueden percibir olores que indican que un depredador está cerca, incluso antes de verlo. Un ejemplo ocurre en las larvas de algunos insectos que viven en el agua. Estas pequeñas larvas pueden percibir olores que dejan los depredadores en el agua cuando se mueven, entonces, cuando detectan esos olores, evitan acercarse a esa zona, incluso si allí hay alimento (Figura 3). De esta manera reducen el riesgo de ser capturadas y aumentan sus posibilidades de sobrevivir.



Figura 2. Mosquito localizando a una persona mediante el olfato. Fuente: OpenAI.



Figura 3. Larvas de insectos detectando al enemigo por su "olor".

Fuente: OpenAI.

En algunos casos, los insectos no solo detectan el peligro, sino que también cambian la forma en que se comportan dependiendo del olor que perciben sus antenas. Por ejemplo, se ha observado que algunas moscas reaccionan de maneras distintas según el olor del depredador. Cuando detectan el olor de un depredador nocturno, suelen quedarse quietas para no llamar la atención, en cambio, cuando detectan el olor de un depredador diurno, intentan escapar rápidamente (Figura 4).

Esto muestra que los insectos pueden usar la información del olor para decidir cuál es la mejor forma de protegerse.

Además, un mismo olor puede provocar comportamientos diferentes en distintos insectos. Es decir, un olor que atrae a algunos insectos puede no gustarles a otros. Esto ocurre porque cada especie percibe los olores de manera diferente, según su forma de vida y lo que necesita para sobrevivir.



Figura 4. Comportamiento de moscas según el olor del enemigo.

Fuente: OpenAI.

Mensajes de alarma entre insectos

El olfato también permite que los insectos se comuniquen entre ellos, por ejemplo, algunas especies que viven en grupo, como las hormigas o las abejas, utilizan olores especiales llamados feromonas de alarma. Cuando un insecto detecta un peligro, puede liberar estos olores al ambiente. Estos olores se dispersan en el aire y otros insectos de la colonia pueden percibirlos con sus antenas.

Cuando detectan esta señal de peligro, reaccionan rápidamente, algunos se alejan para escapar, mientras que otros se preparan para defender el nido (Figura 5). Gracias a estos olores, los insectos pueden avisar a los demás miembros del grupo que algo peligroso está ocurriendo.



Figura 5. Hormigas detectando peligro gracias a su olfato.

Fuente: OpenAI.

Camino invisible hecho con olor

El olfato también ayuda a los insectos a orientarse y encontrar el camino. Un ejemplo muy claro ocurre en las hormigas y las termitas. Estos insectos liberan olores especiales llamados feromonas de rastro mientras caminan por su territorio. A medida que avanzan, dejan pequeñas cantidades de estos aromas sobre las superficies por donde pasan. Otros insectos de la misma colonia pueden detectar estos olores con sus antenas y seguir exactamente el mismo camino.

Por otro lado, las abejas también utilizan su olfato para orientarse y comunicarse.

Algunas liberan sustancias olorosas en el aire que otras abejas pueden percibir con sus antenas.

Estas señales ayudan a indicar dónde hay alimento, a encontrar la entrada de la colmena o incluso a guiar a otras abejas cuando la colonia se traslada a un nuevo lugar (Figura 6). Estas señales están formadas por mezclas de sustancias químicas como geraniol, farnesol y citral, que permiten a las abejas reconocer y seguir estas pistas olorosas en el ambiente.



Figura 6. Abejas siguiendo un camino de olor gracias a sus antenas.
Fuente: OpenAI.

En resumen, el aire está lleno de pequeñas sustancias químicas que transportan información.

Y gracias a sus increíbles antenas, los insectos pueden percibir estas señales y usarlas para orientarse, encontrar alimento, evitar peligros o comunicarse.

La próxima vez que veas un insecto moviendo sus antenas, recuerda que probablemente está "oliendo" el aire para descubrir qué ocurre a su alrededor.

Preguntas de reflexión:

- 1.- ¿Si los insectos no tienen nariz, cómo logran detectar los olores?
- 2.- ¿Qué son los compuestos orgánicos volátiles y de dónde pueden venir esos olores?
- 3.- ¿Por qué algunos insectos tienen antenas más grandes que otros?
- 4.- ¿Para qué les sirve a los insectos percibir los olores del ambiente?

Glosario:

Citral: Compuesto químico con un olor parecido al del limón o los cítricos.

Colonia: Grupo de insectos que viven y trabajan juntos, como las hormigas o las abejas.

Compuestos orgánicos volátiles: Moléculas muy pequeñas que se liberan al aire desde plantas, alimentos, animales u otros insectos y que producen olores.

Depredador diurno: Animal que está activo principalmente durante el día.

Depredador nocturno: Animal que está activo principalmente durante la noche.

Depredador: Animal que caza y se alimenta de otros animales.

Dióxido de carbono (CO₂): Gas que liberamos al respirar y que algunos insectos, como los mosquitos, pueden detectar.

Farnesol: Compuesto químico con un olor suave parecido al de algunas flores.

Feromonas de alarma: Sustancias químicas que los insectos liberan para avisar a otros miembros de su grupo que existe un peligro.

Feromonas de rastro: Sustancias químicas que algunos insectos dejan en el suelo para crear un camino que otros pueden "oler" y seguir.

Feromonas: Sustancias químicas que insectos liberan para comunicarse entre ellos.

Geraniol: Compuesto químico con olor parecido al de las rosas o algunas flores.

Microscópicas: Cosas tan pequeñas que no se pueden ver con los ojos.

Polinizadores: Insectos que ayudan a las plantas a reproducirse, al transportar polen de una flor a otra, como las abejas o las mariposas.

Sensilas: Estructuras muy pequeñas que se encuentran en las antenas de los insectos y que funcionan como sensores para detectar olores.

Referencias:

Conchou, L., Lucas, P., Meslin, C., Proffit, M., Staudt, M., & Renou, M. (2019). Insect odorscapes: From plant volatiles to natural olfactory scenes. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00972>

Hansson, B. S., & Stensmyr, M. C. (2011). Evolution of insect olfaction. *Neuron*, 72(5), 698–711. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.11.003>

Kannan, K., Galizia, C. G., & Nouvian, M. (2022). Olfactory Strategies in the Defensive Behaviour of Insects. *Insects*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/insects13050470>

Konopka, J. K., Task, D., Afify, A., Raji, J., Deibel, K., Maguire, S., Lawrence, R., & Potter, C. J. (2021). Olfaction in Anopheles mosquitoes. *Chemical Senses*, 46, 1. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjab021>

M. Abd El-Ghany, N. (2020). Pheromones and Chemical Communication in Insects. *Pests, Weeds and Diseases in Agricultural Crop and Animal Husbandry Production*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92384>

Renou, M., & Anton, S. (2020). Insect olfactory communication in a complex and changing world. *Current Opinion in Insect Science*, 42, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.04.004>

Zhou, S., & Jander, G. (2022). Molecular ecology of plant volatiles in interactions with insect herbivores. *Journal of Experimental Botany*, 73(2), 449–462. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab413>

Aliados bajo tierra

Los hongos que alimentan a las plantas



José Armando Magaña González

Maestro en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable y Estudiante del Doctorado en Ciencias en Conservación Del Patrimonio Paisajístico en el CIIDIR-IPN Unidad Michoacán.

Realiza actividades de docencia en Genómica Alimentaria, Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, C. P. 59103, Sahuayo, Mich., México.

María Valentina Angoa Pérez

Bióloga y Doctora en Ciencias con especialidad en Biotecnología de plantas. Se desempeña como profesora investigadora y realiza actividades de docencia, divulgación científica y vinculación académica en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Michoacán, C. P. 59510, Jiquilpan de Juárez, Mich., México.

El súper poder oculto de las raíces

Imagina que las plantas pudieran tener ayudantes secretos bajo tierra, como una red de apoyo invisible que les permitiera sobrevivir y fortalecerse. Aunque esta idea parece sacada de una historia de ciencia ficción, debajo de nuestros pies existe un mundo oculto que casi nadie ve, pero que está lleno de vida, de conexiones sorprendentes y de una intensa actividad silenciosa. En ese espacio subterráneo, diminutos organismos trabajan formando alianzas con las raíces de las plantas, ayudándolas a obtener agua y nutrientes esenciales del suelo que por sí solas no siempre podrían aprovechar con facilidad. Esta relación natural tan fascinante, nos demuestra que incluso en los lugares más invisibles ocurren procesos extraordinarios, capaces de sostener el equilibrio de los ecosistemas y de hacer posible la vida que vemos en la superficie.

Micorrizas:

Un mundo escondido bajo el suelo

A simple vista, el suelo puede parecer solo una mezcla de tierra, piedras y polvo. Sin embargo, debajo de la superficie existe un universo sorprendente lleno de vida, movimiento e interacciones que muy pocas veces notamos.

En este espacio oscuro y silencioso habitan lombrices, insectos, bacterias y por supuesto los hongos micorrízicos arbusculares, todos estos cumplen funciones específicas para mantener el equilibrio de la naturaleza. Por lo tanto, entender que el suelo está vivo cambia por completo la forma en que lo vemos.

Pero, entonces, ¿qué son los hongos micorrízicos arbusculares?

Las micorrizas son microorganismos que se encuentran en el suelo y tienen la capacidad de formar una asociación con las raíces de las plantas, mediante la cual ambas partes se benefician también denominada como simbiosis mutualista.

El término micorriza proviene del griego mykos (hongo) y rhiza (raíz), haciendo referencia al tipo de asociación benéfica entre los hongos y las raíces de las plantas.

Esta palabra fue empleada por primera vez en 1885 por el patólogo alemán Albert Bernhard Frank, quien la utilizó para explicar lo que observó en las raíces de los árboles de los bosques templados de Norteamérica.

Una gran alianza

La relación entre el hongo y planta aporta muchos beneficios para ambos, especialmente para la planta.

Las micorrizas incrementan la disponibilidad de nutrientes, ayudan a que las raíces absorban mejor el agua y aprovechen con mayor facilidad nutrientes importantes, como el fósforo (P) y el nitrógeno (N), que se encuentran en el suelo. Además, favorecen la salud del suelo, ya que ayudan a conservar la humedad, disminuyen la erosión y contribuyen a que exista una mayor diversidad de plantas en los ecosistemas.

También pueden provocar cambios en la planta que la hacen más fuerte frente a plagas y enfermedades. Incluso, estos hongos pueden ayudar a reducir la absorción de metales pesados, sustancias que en grandes cantidades pueden ser dañinas para las plantas.

Por su parte, la planta aporta carbono (C) y carbohidratos a los hongos, compuestos indispensables para que estos crezcan y completen su ciclo de vida. En este sentido, las micorrizas son consideradas mutualistas obligadas, ya que necesitan colonizar las raíces de las plantas para sobrevivir, esto como resultado de un largo proceso evolutivo compartido entre ambos organismos.

De hecho, existen evidencias fósiles de la era Ordovícica, de hace aproximadamente 475 millones de años, que muestran que las primeras plantas terrestres se asociaron con micorrizas para poder establecerse en suelos todavía poco desarrollados. Esto indica que estos microorganismos fueron



fundamentales para que las plantas logran adaptarse y colonizar los distintos ambientes de la superficie terrestre. Así, esta relación tan antigua como fascinante nos recuerda que, en la naturaleza, crecer también significa aprender a trabajar en equipo.

¿Por qué son importantes para la agricultura y los alimentos?

Los hongos micorrízicos arbusculares, no solo son importantes en los ecosistemas, sino también en la agricultura. Cultivos como el maíz, trigo, frijol, tomate y chile pueden beneficiarse de esta relación, ya que les permite crecer y desarrollarse mejor, incluso cuando las condiciones ambientales no son las más favorables. Esta ayuda resulta especialmente valiosa en suelos con pocos nutrientes o en lugares donde el agua es escasa, ya que al mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles en el suelo, las plantas pueden utilizar de manera más eficiente lo que tienen a su alcance. Además, esta asociación puede reducir la necesidad de emplear grandes cantidades de fertilizantes químicos, lo que beneficia no solo a los cultivos, sino también al ambiente, ya que el uso excesivo de estos productos puede dañar el suelo, contaminar el agua y afectar la salud humana.

Además, las plantas que crecen en asociación con estos hongos suelen ser más resistentes frente a situaciones difíciles, la salinidad o algunas enfermedades del suelo. En un mundo donde el cambio climático y la degradación ambiental representan desafíos cada vez más grandes para la producción de alimentos, estos microorganismos se convierten en aliados silenciosos, pero muy importantes. Aunque no los vemos, su trabajo bajo tierra puede marcar la diferencia entre una planta débil y una planta sana. Por eso, conocer y valorar a los hongos micorrízicos arbusculares también es una forma de pensar en el futuro de la agricultura y de nuestra alimentación. Al final, muchos de los alimentos que llegan a nuestra mesa dependen de procesos invisibles que ocurren en el suelo.

Lo que pone en riesgo a estos aliados invisibles

Aunque las micorrizas cumplen funciones fundamentales para las plantas, el suelo y los ecosistemas, muchas actividades humanas pueden poner en riesgo su presencia y el trabajo que realizan.

Al ser microorganismos que viven en el suelo, dependen del equilibrio de este ambiente, por ello, cualquier alteración puede afectar su desarrollo y en consecuencia, la relación benéfica que establecen con las raíces de las plantas.

Uno de los principales problemas en la agricultura actual es el uso excesivo e inadecuado de productos químicos, como fertilizantes nitrogenados y fosfatados, herbicidas, fungicidas e insecticidas, entre otros. Estos insumos pueden modificar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, además de dificultar la formación de simbiosis entre las plantas y los microorganismos benéficos.

Otro aspecto preocupante es la degradación del suelo, provocada no solo por malas prácticas agrícolas, sino también por la deforestación, la contaminación y el cambio climático.

Cuando el suelo pierde nutrientes, materia orgánica o humedad, también pierde parte de la vida que habita en él.



Esto afecta no solo a los hongos micorrízicos arbusculares, sino también a muchos otros organismos que participan en el equilibrio de los ecosistemas.

Por lo tanto, un suelo dañado deja de ser un espacio lleno de vida y se transforma en un ambiente cada vez más pobre, menos saludable y con menor capacidad para sostener el crecimiento de las plantas.

Por ello, cuidar el suelo no solo implica proteger un recurso natural, sino también preservar la enorme diversidad de organismos que hacen posible la vida vegetal y con ella, la de muchos otros seres vivos, incluidos nosotros. Valorar el suelo significa reconocer que no es un elemento inerte, sino un espacio vivo, dinámico y esencial, que merece ser respetado y protegido.

De este modo, los hongos micorrízicos arbusculares nos dejan una valiosa lección, incluso los seres más pequeños e invisibles pueden desempeñar un papel fundamental en la naturaleza.

Cuidar el suelo es en realidad, cuidar las plantas, los ecosistemas, la agricultura, los alimentos y nuestro propio futuro. Al final, proteger la vida que existe bajo nuestros pies también es una forma de proteger la vida en todo el planeta.

Preguntas de reflexión:

1. ¿Por qué crees que muchas veces no valoramos la importancia de los organismos que no podemos ver a simple vista?
2. ¿De qué manera los hongos micorrízicos arbusculares ayudan a las plantas a sobrevivir en condiciones difíciles?
3. Si los hongos micorrízicos arbusculares desaparecieran de muchos suelos, ¿qué consecuencias crees que habría para las plantas, los ecosistemas y la alimentación humana?
4. Después de conocer la importancia de estos microorganismos, ¿qué acciones consideras necesarias para proteger el suelo y la vida que existe en él?



Glosario:

Simbiosis: relación entre dos organismos diferentes en la que ambos interactúan y en muchos casos, obtienen beneficios.

Mutualismo: relación biológica en la que dos organismos se benefician mutuamente.

Carbohidratos: compuestos orgánicos que sirven como fuente de energía para los seres vivos.

Erosión: desgaste o pérdida del suelo por acción del agua, el viento o las actividades humanas.

Ordovícico: periodo geológico ocurrido hace millones de años, en el que comenzaron a aparecer algunas de las primeras plantas terrestres.

Referencias:

Carrillo-Saucedo, S. M., Puente-Rivera, J., Montes-Recinas, S. y Cruz-Ortega, R. (2022). Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. *Acta Botánica Mexicana*, 129, 1-27.

Delgado-Silva, H. D. y Gutiérrez-Montoya, L. V. (2022). Hongos micorrizas arbusculares: la simbiosis de los múltiples beneficios. *Revista Ciencia y Tecnología el Higo*, 12(2), 2-14.

Nazareno-Saparrat, M. C., Ruscitti, M. F. y Arango, M. C. (2020). *Micorrizas arbusculares: biología y aplicaciones en el sector agroforestal* (1a. ed). Editorial de la Universidad de La Plata.

Philip-George, N. and George-Ray, J. (2023). The inevitability of arbuscular mycorrhiza for sustainability in organic agriculture: a critical review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1-23.





Queremos corales de colores

Pedro Medina Rosas

Investigador de la Universidad
de Guadalajara

Profesor investigador de tiempo completo en el campus de Puerto Vallarta de la Universidad de Guadalajara, donde realiza investigaciones con corales y otros organismos arrecifales en el Pacífico y Caribe de México.

**Imagina que estás nadando en el mar y de pronto descubres
un jardín enorme bajo el agua.**

No es un jardín con flores y mariposas como los que vemos en la tierra, sino un jardín lleno de animales coloridos con peces brillantes, estrellas de mar de varios tamaños, cangrejos y otros organismos dentro de estructuras que parecen rocas vivas de distintos colores: rosas, verdes, morados y anaranjados. Ese jardín submarino se llama arrecife de coral, y es uno de los ecosistemas más sorprendentes del planeta.

Los corales no son plantas, aunque muchas veces lo parezcan. En realidad son **animales** muy pequeños llamados **pólipos** y generalmente crecen en colonias que pueden medir unos centímetros hasta varios metros. Cada pólipo tiene un cuerpo suave y tentáculos diminutos que le ayudan a capturar alimento del agua. Cuando millones de estos animales viven juntos y construyen esqueletos calcáreos, forman los arrecifes que conocemos.

Pero hay algo aún más especial en los corales: no viven solos. Dentro de sus tejidos viven unas pequeñas algas microscópicas llamadas **zooxantelas**. Esta relación entre corales y algas es un ejemplo maravilloso de cooperación en la naturaleza, algo que en ciencia se conoce como **simbiosis**.

Una amistad microscópica que da color al mar

Para entender esta relación, pensemos en una amistad muy especial. Imagina que un amigo te ayuda con la tarea y tú le compartes tu lunch. Ambos se benefician. Algo parecido ocurre entre los corales y las zooxantelas.

Las zooxantelas realizan **fotosíntesis**, un proceso mediante el cual utilizan la luz del sol para producir alimento. Gran parte de ese alimento lo comparten con los corales, lo que les permite crecer y construir los arrecifes. A cambio, los corales les ofrecen protección y un lugar seguro para vivir.

Además, las zooxantelas son las responsables de los hermosos colores de los arrecifes. Sin ellas, los corales serían casi transparentes o blancos. Por eso podemos decir que las zooxantelas son como los "pintores" del arrecife.

Gracias a esta colaboración, los arrecifes se convierten en verdaderas ciudades submarinas donde viven miles de especies de peces, moluscos, crustáceos y otros organismos. De hecho, aunque los arrecifes ocupan menos del 1% del fondo del océano, albergan cerca del **25% de la biodiversidad marina**.

Cuando el mar se enferma: el blanqueamiento coralino

En los últimos años, los científicos han observado algo preocupante. Muchos arrecifes del mundo están perdiendo sus colores y volviéndose blancos. Este fenómeno se llama **blanqueamiento coralino**.

El blanqueamiento ocurre cuando los corales sufren **estrés ambiental**, especialmente por el aumento de la temperatura del mar. Cuando el agua se calienta demasiado, los corales expulsan a sus zooxantelas. Sin ellas, pierden su color y también su principal fuente de alimento.

Un coral blanqueado no está necesariamente muerto, pero está **muy debilitado**. Si las condiciones del mar vuelven a ser favorables, las zooxantelas pueden regresar. Pero si el estrés continúa por mucho tiempo, el coral puede morir.

En las últimas décadas se han registrado grandes eventos de blanqueamiento en distintas partes del planeta. Por ejemplo, en la **Gran Barrera de Coral de Australia**, uno de los arrecifes más grandes del mundo, millones de corales han sufrido blanqueamiento debido al calentamiento del océano.

Arrecifes de México frente al cambio climático

México también tiene arrecifes muy importantes. Algunos de los más conocidos se encuentran en el **Caribe Mexicano**, especialmente en sitios de Quintana Roo, que forman parte del **Sistema Arrecifal Mesoamericano**, el arrecife más grande de América.

Pero los arrecifes también existen en el **Pacífico mexicano**, aunque son diferentes. En esta región los corales viven en condiciones más variables de temperatura y oleaje, y aunque tienen menor diversidad tienen gran relevancia ecológica.

Durante los últimos años, científicos mexicanos han documentado **eventos de blanqueamiento** en varios arrecifes del país. El aumento de la temperatura del mar, asociado al **cambio climático**, es una de las principales causas.

El cambio climático ocurre porque las actividades humanas, como el uso excesivo de combustibles fósiles, han aumentado los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos gases atrapan el calor y provocan que la temperatura del planeta, incluidos los océanos, aumente.

Cuando el mar se calienta, aunque sea unos cuantos grados por arriba del promedio de temperatura que hay durante semanas o meses, los corales sufren estrés térmico porque son animales extremadamente delicados a los cambios y pueden perder sus **zooxantelas**. Es como cuando nos da fiebre y nos sentimos enfermos.

Corales en Michoacán: tesoros poco conocidos

Muchas personas no imaginan que también existen corales en el estado de **Michoacán**, en la costa del Pacífico mexicano. Sin embargo, en lugares como **Caleta de Campos, Faro de Bucerías y otras áreas rocosas**, se han registrado comunidades coralinas. Las características de la costa michoacana no permiten el desarrollo adecuado de corales, pero aun así se pueden encontrar en algunas zonas restringidas.

Estos corales no forman grandes arrecifes como los del Caribe, pero cumplen funciones ecológicas muy importantes. Proporcionan refugio a peces pequeños, invertebrados y otros organismos marinos. Investigaciones realizadas por científicos mexicanos han mostrado que los corales del Pacífico, incluyendo los de Michoacán, también pueden verse afectados por el **calentamiento del océano**, eventos de **El Niño** y cambios en la calidad del agua.



Foto: Magnific banco de imágenes



Foto: Magnific banco de imágenes

Sin embargo, algunos de estos corales también han demostrado **gran capacidad de adaptación**, ya que viven en ambientes donde las condiciones cambian con frecuencia.

Estudiarlos ayuda a los científicos a comprender cómo podrían responder los arrecifes al cambio climático en un futuro.

Los arrecifes y nuestra vida cotidiana

Tal vez te preguntes: ¿por qué deberíamos preocuparnos por los corales si vivimos lejos del mar?

La respuesta es sencilla: los arrecifes benefician a millones de personas en todo el mundo.

Por ejemplo:

- Protegen las costas contra olas y tormentas.
- Son fuente de alimento para comunidades pesqueras e incluso para gente que vive lejos de la costa.
- Generan turismo y empleo, por lo que son importantes para la economía del país.
- Son importantes para la investigación científica y el desarrollo de medicamentos.

Además, los arrecifes son parte de la **belleza natural del planeta** y de la cultura de muchas comunidades costeras.

Cuidar los corales también significa cuidar el océano y, en cierta forma, cuidar nuestro propio futuro.

¿Qué podemos hacer?

Aunque el cambio climático es un problema global, cada persona puede contribuir a proteger el planeta. Algunas acciones sencillas son:

- Ahorrar energía eléctrica.
- Reducir el uso de plásticos.
- Consumir responsablemente productos del mar.
- Aprender sobre los océanos y compartir ese conocimiento.

La ciencia nos ayuda a entender lo que está pasando en los arrecifes, pero también necesitamos conciencia y colaboración de toda la sociedad.

Queremos corales de colores porque esos colores representan vida, diversidad y equilibrio en el océano. Si cuidamos el planeta, los arrecifes podrán seguir brillando bajo el agua durante muchos años más.



Foto: Magnific banco de imágenes

Preguntas de reflexión:

1. ¿Por qué los corales necesitan a las zooxantelas para sobrevivir y mantener sus colores?
2. ¿Qué ocurre con los corales cuando la temperatura del mar aumenta demasiado?
3. ¿Por qué es importante proteger los arrecifes de coral aunque no vivamos cerca del mar?
4. ¿Qué acciones podemos realizar en nuestra vida diaria para ayudar a cuidar el océano y los corales?

Glosario:

Arrecife de coral: Estructura submarina formada por millones de corales que viven juntos y construyen esqueletos calcáreos.

Coral: Animal marino pequeño llamado pólipos que puede formar colonias y construir arrecifes.

Zooxantelas: Algas microscópicas que viven dentro de los corales y les proporcionan alimento mediante la fotosíntesis.

Simbiosis: Relación entre dos organismos diferentes donde ambos se benefician.

Fotosíntesis: Proceso mediante el cual las plantas y algunas algas usan la luz del sol para producir alimento.

Blanqueamiento coralino: Fenómeno en el que los corales pierden sus zooxantelas y se vuelven blancos debido al estrés ambiental.

Cambio climático: Alteración a largo plazo de las temperaturas y patrones climáticos del planeta, causada principalmente por actividades humanas.

Biodiversidad: Variedad de seres vivos que habitan en un ecosistema.

Estrés térmico: Condición que ocurre cuando la temperatura del ambiente es demasiado alta (o baja) para un organismo.

Referencias:

El Caribe mexicano podría perder su protección costera en este siglo
<https://www.gaceta.unam.mx/el-caribe-mexicano-podria-perder-su-proteccion-costera-en-este-siglo/>

Blanqueamiento de corales, crisis ambiental de gran magnitud
<https://www.gaceta.unam.mx/blanqueamiento-de-corales-tesis-ambiental-de-gran-magnitud/>

Bajo amenaza, la mitad de los arrecifes del Atlántico
<https://www.gaceta.unam.mx/bajo-amenaza-la-mitad-de-los-arrecifes-del-atlantico/>

Corales pálidos: los primeros daños del calentamiento oceánico
<https://es.wired.com/articulos/corales-palidos-los-primeros-danos-del-calentamiento-oceanico>

Los seis felinos de México:

una expedición científica por selvas, montañas y desiertos



Ilustración: Autoría Propia

Adriana Lechuga Granados

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Biología

Residencia: Morelia, Michoacán

Bióloga dedicada al estudio y la conservación de la fauna silvestre de México, colabora en proyectos de investigación y educación ambiental.

Su trabajo busca acercar la ciencia a niñas, niños y jóvenes para inspirar el cuidado de la biodiversidad.

*En las selvas, marismas, bosques y desiertos de nuestro México, país megadiverso, viven algunos de los animales más misteriosos y fascinantes de la naturaleza: **los felinos silvestres**. Aunque casi nunca se dejan ver, estos sigilosos cazadores cumplen un papel muy importante para mantener el equilibrio de los ecosistemas.*

*En este relato acompañaremos a Regina y a una bióloga en una aventura científica para descubrir a los seis felinos que habitan nuestro país, entre ellos el poderoso **Jaguar**, el ágil **Puma** y el curioso **Bobcat**.*

Iniciamos nuestro recorrido una mañana muy temprano, cuando el sol apenas comenzaba a iluminar la selva, Regina escuchó un sonido extraño entre los árboles. No era el canto de un ave ni el ruido del viento. Parecía... ¡un rugido lejano!

¿Qué fue eso? preguntó con curiosidad. La bióloga que la acompañaba sonrió.

Tal vez acabas de escuchar a uno de los grandes felinos de la naturaleza de México.

¿Felinos? preguntó Regina sorprendida.

Sí, respondió la bióloga. En nuestro país viven seis especies de felinos silvestres, cazadores increíbles que ayudan a mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Regina abrió mucho los ojos. ¿Seis? ¿Cómo gatos salvajes?

Exactamente. Pero estos gatos son mucho más misteriosos y viven en distintos lugares: viven en las selvas, en las montañas, en las marismas, en los bosques, incluso en los desiertos de nuestro país.

¿Podemos conocerlos? preguntó Regina emocionada.

Claro respondió la bióloga. Comencemos nuestra expedición por los ecosistemas de nuestro México.

El rey silencioso de la selva

El primero en aparecer en su viaje fue el felino más grande de todos. Entre los árboles y la sombra de la selva vive el majestuoso **Jaguar**.

Este felino es el más grande del continente americano y el tercero del mundo, el jaguar es uno de los animales más impresionantes de México.

Su piel está cubierta de manchas llamadas rosetas, que lo ayudan a camuflarse entre la vegetación, este poder le permite ocultarse o

confundirse con el entorno para ser detectado. Es como un fantasma de la selva, dijo Regina.

Así es, respondió la bióloga. Además, es excelente nadador, trepa árboles y caza con gran fuerza.

Dato curioso:

El rugido de un jaguar puede escucharse a varios kilómetros de distancia



El acróbata de los árboles

Días después, mientras caminaban por la selva, Regina vio algo moverse entre las ramas.

Era el pequeño pero increíble **Margay**, también conocido como **Tigrillo**, siendo el más pequeño de los felinos silvestres mexicanos.

Este felino es uno de los mejores escaladores del mundo animal, es del tamaño de un gato doméstico, es de cabeza pequeña con enormes ojos. ¡Mira! exclamó Regina. ¡Baja del árbol de cabeza! Exacto, respondió la bióloga.



Sus patas pueden girar para sujetarse mejor a las ramas.

El Margay pasa gran parte de su vida entre los árboles, donde caza aves, reptiles y pequeños mamíferos.



El misterioso habitante de la selva

Al caer la tarde, cuando la luz comenzó a desaparecer, Regina notó unos ojos brillando en la oscuridad.

Era el elegante Ocelote, felino de tamaño mediano. Su pelaje está lleno de manchas y líneas oscuras que parecen obras de arte.

Es hermoso, susurró Regina. Cada ocelote tiene un patrón único de manchas, explicó la bióloga, como si fueran huellas digitales.

Este felino es principalmente nocturno y solitario, por lo que es difícil verlo durante el día. Se alimenta de pequeños mamíferos y reptiles.



El gran explorador de montañas

Ahora la expedición continuó hacia bosques y montañas. Allí vive otro gran felino, el fuerte

y ágil **Puma**, también es conocido como león de montaña.

¿Es casi tan grande como el jaguar? preguntó Regina.

Sí, respondió la bióloga. Y además puede vivir en muchos lugares distintos: montañas, bosques, desiertos e incluso cerca de algunas ciudades.

El puma es un excelente saltador, es ágil. Se alimenta de conejos, armadillos, tejones, jabalíes y venados. Puede estar activo en cualquier momento del día.

Dato curioso:

Puede saltar más de 10 metros en un solo salto.



El felino que parece una sombra

Tiempo más tarde, mientras caminaban por un sendero en la selva, algo pequeño y alargado cruzó rápidamente, era el curioso **Jaguarundi**, también conocido como **Onza**.

A diferencia de otros felinos, su cuerpo es más alargado y su pelaje suele ser oscuro o rojizo.

¡Parece una mezcla entre gato y nutria! dijo Regina riendo.

Y tiene otra característica especial, explicó la bióloga: es uno de los pocos felinos que caza durante el día.

El guardián del norte

La última parte del viaje las llevó hacia zonas montañosas. Allí vive el felino de cola corta conocido como **Bobcat**, que puede

traducirse como "gato de cola corta", también conocido como **Lince o Gato Montés**.



Este animal tiene orejas puntiagudas con pequeños mechones de pelo y una cola corta que parece "cortada".

Por eso lo llaman bobcat, explicó la bióloga.

Vive principalmente en el centro y norte de México y Norteamérica.



¿Por qué los felinos son tan importantes?

Después de su gran aventura, Regina comprendió algo muy importante.

Los felinos son depredadores, lo que significa que cazan otros animales para alimentarse, gracias a ello ayudan a mantener el equilibrio de la naturaleza. Si desaparecieran, algunas especies podrían aumentar demasiado y afectar los ecosistemas.



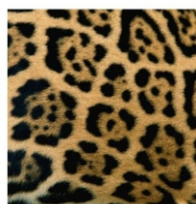
Entonces los felinos ayudan a que los bosques, selvas y desiertos estén sanos, dijo Regina.

Exactamente, respondió la bióloga. Por eso debemos protegerlos.

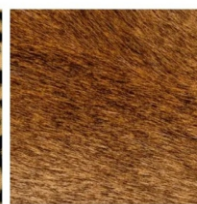
Pero no todo es fácil para los felinos de México, algunos de los problemas que enfrentan son:

- la pérdida de bosques, marismas, selvas y montañas
- la expansión de ciudades y carreteras
- la cacería ilegal
- los conflictos con las personas

Conozcamos de cerca el pelaje de los felinos de México



Jaguar



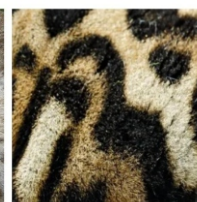
Puma



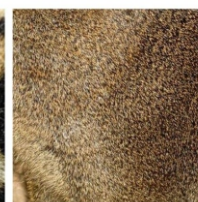
Ocelote



Lince o Gato Montés



Margay o Tigrillo



Jaguarundi

¿Cómo podemos proteger a los felinos de México?

Antes de terminar su viaje, la bióloga le hizo una pregunta a Regina.

¿Te gustaría convertirte en una protectora de la naturaleza?

¡Claro! respondió emocionada.

Entonces recuerda que todos podemos ayudar: aprendiendo sobre los animales, respetando la naturaleza, cuidando los bosques y selvas, y todos los demás ecosistemas, y algo muy importante compartiendo con otros la importancia de la **biodiversidad**.

Regina miró la selva por una última vez y tal vez los felinos seguían observando desde algún lugar oculto. Después de todo, los seis felinos de México siempre están ahí, cuidando la naturaleza en silencio. **¡Todos podemos ser parte de su protección!**

Preguntas de reflexión:

1. ¿Por qué crees que los felinos como el Jaguar y el Puma son importantes para mantener el equilibrio de la naturaleza?
2. Si los felinos casi no se dejan ver, ¿por qué es importante estudiarlos y protegerlos?
3. ¿Qué pasaría en los ecosistemas de México si desaparecieran los felinos silvestres?
4. Después de conocer esta historia, ¿qué acciones podrías realizar en tu vida diaria para ayudar a proteger a los felinos y su hábitat?

Glosario:

Biodiversidad: Es la gran variedad de seres vivos que habitan en un lugar. En México, esta diversidad es tan rica que lo convierte en un país muy especial para la vida silvestre.

Biólogo / Bióloga: Es la persona que estudia a los seres vivos, como animales y plantas, para entenderlos y ayudar a protegerlos.

Cacería ilegal: Es cuando las personas cazan animales sin permiso o de forma prohibida, poniendo en riesgo su supervivencia.

Camuflaje: Es la habilidad de algunos animales para esconderse usando colores y patrones que se mezclan con su entorno.

Conservación: Son todas las acciones que hacemos para cuidar y proteger a los animales y su entorno.

Depredador: Animal que caza a otros para alimentarse. Los felinos como el Puma son grandes cazadores.

Diurno: Animal que está activo durante el día, como el Jaguarundi.

Ecosistema: Es el lugar donde viven los seres vivos y todo lo que los rodea: plantas, animales, agua y clima.

Especie en peligro: Son animales que podrían desaparecer si no los protegemos.

Especie: Es un grupo de seres vivos que

comparten características similares y pueden reproducirse entre sí, como el Jaguar o el Ocelote.

Especie silvestre: Son los animales que viven en la naturaleza, sin depender del ser humano, como todos los felinos de México.

Hábitat: Es el hogar natural de un animal.

Marismas: Son zonas donde el agua dulce y salada se mezclan, formando humedales con plantas especiales. Son muy importantes para muchas especies.

Megadiverso: Se dice de los países que tienen una enorme cantidad de especies de plantas, animales y ecosistemas. México es uno de los países megadiversos del mundo.

Nocturno: Animal que está activo durante la noche, como el Ocelote.

Pelaje: Es el conjunto de pelos que cubre el cuerpo de los animales. En los felinos, su pelaje les ayuda a protegerse y camuflarse.

Roseta: Es el tipo de mancha en forma de círculo o flor que tienen algunos felinos, como el Jaguar, y que les ayuda a esconderse en la selva.

Rugido: Es el sonido fuerte que emiten algunos felinos, como el Jaguar, para comunicarse o marcar su territorio.

Sigilo: Es la capacidad de moverse sin hacer ruido.

Referencias:

ASM, American Society of Mammalogists. (2023). The Mammal Diversity Database. Recuperado de [\[https://www.mammaldiversity.org/\]](https://www.mammaldiversity.org/)

Rico, T. C. M., Medellín, J. F. C., Soto, C. Z. C., Lemus, D. G. y Hernández, A. I. V. (2010). Felinos silvestres de Michoacán.

Vázquez-Morán, V. H., Martínez, J. C. y Núñez, R. (2018). Felinos de Nayarit: Guía de campo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), México.



La hierba del sapo

una planta sorprendente del campo

Yoselin Canela León

Ing. Bioquímica en Alimentos, Estudiante de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable en el CIIDIR IPN Unidad Michoacán.

Hortencia Gabriela Mena Violante

Doctora en Ciencias con especialidad en Biotecnología de Plantas, Profesora de la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable del CIIDIR IPN, Unidad Michoacán.

No sabía que esperar

Un día salimos de excursión con la maestra como parte de la clase de Ciencias, para conocer algunas plantas medicinales que crecen cerca de nuestra comunidad. Nos dijo que aprenderíamos sobre una planta muy diferente a las que normalmente vemos en los jardines, pero no nos explicó cómo era, solo nos pidió que observáramos con atención.

Mientras caminábamos entre los pastizales secos, alguien gritó:

–¡Aquí está, la encontramos!

Me acerqué imaginando una planta verde, quizá una más entre tantas, con flores amarillas o rojas. Pero lo que vi ¡me sorprendió!

Esa era la hierba del sapo. Era una planta pequeña, pero no destacaba por el verde de sus hojas, que en realidad son muy pequeñas. Lo que más llamaba la atención eran sus destellos plateados, que brillaban con la luz del sol. Al observarla mejor, pude ver unas flores muy raras, que no se parecían en nada a las rosas o a los claveles.



Figura 1. Hierba del sapo creciendo en pastizales de Michoacán (Cárdenas-Valdovinos, 2026)

Las flores parecían cabecitas moradas o azuladas, rodeadas por unos pétalos puntiagudos y muy brillantes.

Bueno...Al principio pensé que eran pétalos, pero la maestra nos explicó que se llaman brácteas y que en realidad son hojas especiales que protegen y sostienen a las flores. Las flores verdaderas son muy pequeñas, con pétalos diminutos de color blanco o morado claro.

Como hay muchas flores juntas en esas cabecitas -que sí se llaman cabezuelas, ¡le atiné!- el color morado o azulado se ve más intenso.

Cuando los rayos del sol se reflejan en las brácteas azuladas que parecen plateadas y las cabezuelas se ven casi metálicas.



Figura 2. Partes de la flor de la hierba del sapo (Cárdenas-Valdovinos, 2026)

En ese momento recordé algo que ya conocía: la maestra nos había dicho que pasa algo parecido con la nochebuena, una planta que vemos mucho en diciembre.

Muchas personas creen que sus partes rojas son pétalos, pero en realidad también son brácteas. Las flores verdaderas son pequeñas, de color amarillo, y están en el centro. Así entendí que no todas las flores son como las imaginamos.

Y eso de que las flores de la hierba del sapo no se parecen a las rosas es muy cierto, pero sí tienen algo en común: pican si las tocas. La rosa pica porque tiene espinas en el tallo, pero la hierba del sapo no. Entonces, **¿cómo lo hace?** La respuesta está otra vez, en las brácteas, que son hojas duras y puntiagudas, como pequeñas agujitas.

La maestra nos contó algo sorprendente: Cada una de esas **"cabecitas"**, aunque mide apenas entre uno y dos centímetros, puede tener alrededor de 50 flores diminutas. Y que, cuando maduran, cada flor puede dar hasta 100 semillitas. Gracias a esas semillitas, la planta puede volver a crecer en el mismo lugar cuando caen al suelo y la lluvia las moja; o podrán crecer en otros lugares, si el viento o los animales les ayudan a desplazarse o dispersarse.

Me quedé en silencio un momento mirando la hierba del sapo, tratando de contar todas las cabezuelas y saber cuántas semillas podría dar la planta que encontramos Eran tantas que perdí la cuenta en 90, o sea ¡más de 9000 semillas en solo esa plantita! Y eso que no es muy alta: puede medir entre 30 y 60 centímetros.

—Hay algo importante— agregó la maestra—: Si alguien corta la planta antes de que forme sus semillitas, es más difícil que vuelva a crecer.

Con curiosidad, levanté la mano y le pregunté a la maestra qué tenía de especial esa planta aparte de sus flores raras. Ella nos respondió que, además de su nombre curioso, su color y su forma tan llamativa, la hierba del sapo era una planta medicinal mexicana que forma parte de la vida de muchas personas y también cumple un papel importante en la naturaleza.

Una planta paciente: dos años para florecer

Después de todo lo que habíamos aprendido, la maestra nos pidió que imagináramos algo:

–Piensen en una semillita cayendo al suelo– nos preguntó—. ¿Cuánto creen que tarda esta planta en mostrar sus flores?

Algunos dijimos que unos meses, otros que quizá un año. Entonces la maestra nos sorprendió otra vez– La hierba del sapo necesita dos años para florecer.

Eso me pareció muchísimo tiempo. Y es que durante el primer año la planta no produce flores. En lugar de eso, crece muy bajita y forma un grupo de hojas pegadas al suelo, como un pequeño tapete verde que parece cubrir la tierra. A esa forma se le llama roseta y puede medir entre 10 y 20 centímetros de diámetro, casi como el tamaño de una mano **(Figura 3)**.

–Es como cuando una plantita está “guardando fuerzas”– dijo la maestra, igual que cuando nosotros descansamos antes de hacer algo importante.

Durante el primer año, la hierba del sapo no llama mucho la atención. En los meses secos del año, como entre noviembre y abril, cuando el campo se ve más amarillo que verde y, cuando la planta se encuentra en forma de roseta, es tan pequeña que parece desaparecer entre el pasto seco. Pero lo más sorprendente es que... aunque no se vea, en realidad está creciendo y preparándose para florecer.

En el segundo año, todo cambia. Durante los meses más cálidos y con más lluvia, como entre mayo y octubre, la planta crece más, aparece un tallo y por fin, se forman las cabezuelas llenas de pequeñas flores. Fue en esos meses cuando salimos de excursión y pudimos verla, con sus colores azulados y plateados que brillaban con la luz del sol. **(Figura 3)**.



1 año: Roseta de hierba del sapo



2 años: Floración de la hierba del sapo

Figura 3. Crecimiento de la hierba del sapo (Cárdenas-Valdovinos, 2026)

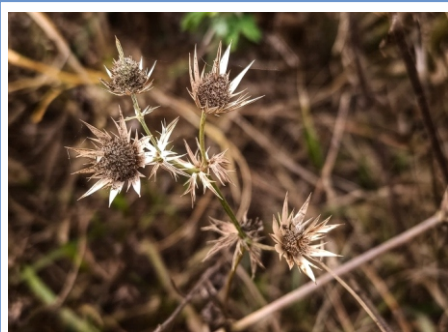


Figura 4. Cabezuelas de hierba del sapo en etapa de maduración (Cárdenas-Valdovinos, 2026)

Es muy importante no cortarla antes de tiempo. Si no se le da la oportunidad de completar su crecimiento y producir semillas, la planta no podrá volver a crecer en ese lugar, y poco a poco puede ir desapareciendo, y hasta podría extinguirse.

Por eso, cuando se necesita como remedio se pueden cortar algunas plantas y dejar otras para que puedan soltar sus semillas...esto ocurre cuando las cabezuelas se ven secas y oscuras, al final de la temporada de lluvias, como entre septiembre y noviembre, cuando las semillitas ya están listas para caer al suelo **(Figura 4)** y dar vida a nuevas plantas hijas.

Una planta que cura y un conocimiento que se comparte

Mientras seguíamos caminando, alguien del grupo preguntó lo mismo que yo estaba pensando: –¿Y para qué sirve la hierba del sapo?

La maestra se detuvo un momento y nos contó que, desde hace mucho, mucho tiempo, la gente que vive cerca de donde crece, ha usado esta planta como medicinal. En algunas comunidades la usan para aliviar el dolor de estómago, cuando hay inflamación y también para limpiar los riñones. Y que no es algo que se haya descubierto de repente, sino un conocimiento que se ha ido construyendo poco a poco, con la experiencia de muchas generaciones, o sea desde antes de las abuelas, bisabuelas y tatarabuelas.

Antes las personas no tenían hospitales, ni farmacias cerca, así que aprendieron a observar las plantas y a usar lo que la naturaleza les ofrecía, así inventaron remedios para diferentes enfermedades aún sin saber cuáles son las sustancias que curan y que tiene dentro cada planta medicinal.

Eso me hizo imaginar a las abuelas y abuelos caminando por el campo, reconociendo y probando plantas, aprendiendo cuáles servían y cuáles no. La maestra mencionó que ese conocimiento no se escribe siempre en libros, sino que se aprende observando, escuchando y preguntando, y se platica de una generación a otra; en ese instante reflexione que la hierba del sapo no solo ayuda a las personas cuando se sienten mal, sino que también forma parte de la vida y de las tradiciones de muchas comunidades. Cuidarla no es solo cuidar una planta, sino respetar todo el conocimiento empírico que existe alrededor de ella.

La maestra nos hizo pensar en algo importante: –usar una planta medicinal también es una responsabilidad –agregó. Si tomamos demasiadas plantas del campo o las arrancamos sin cuidado, puede llegar un momento en que ya no queden más.

Una planta pequeña con un papel importante en la naturaleza

Antes de terminar la excursión, la maestra nos pidió que miráramos alrededor. Había pasto, otras plantas, insectos volando y pequeños animales escondiéndose entre los arbustos.

Aunque no lo parezca, todas las plantas tienen un trabajo en la naturaleza, **incluso las más pequeñas.**

La hierba del sapo no crece sola. Sus flores atraen a insectos como abejas y otros polinizadores que viven en el campo, que llegan buscando alimento. Al hacerlo, ayudan a que muchas plantas puedan reproducirse, o sea que, cada insecto hace un pequeño trabajo en la naturaleza cada vez que visita una flor para alimentarse (**Figura 5**).



Figura 5. Insecto en la hierba del sapo
(Figura propia de la autora, 2026)

Entonces imaginé que la hierba del sapo era como una pieza de un rompecabezas: tal vez no es la más grande ni la más vistosa, pero sin ella el paisaje no estaría completo.

La maestra también nos explicó que cuando una planta desaparece, no solo se pierde esa planta. También se ven afectados los insectos que la visitan, los animales que se la comen y todo el equilibrio del lugar. Por eso, arrancar una planta sin necesidad puede causar más problemas de los que imaginamos.

Cuidar una planta -nos hizo notar, es cuidar el suelo donde crece, y todo lo que vive a su alrededor.

Entonces, la hierba del sapo no solo es importante por su uso medicinal, sino porque forma parte de la vida del campo. Comparte el suelo con otras plantas, insectos y con bichos muy pequeños que no siempre podemos ver, pero que viven en la tierra y ayudan a que el suelo esté sano para que las plantas puedan crecer.

Conclusión: lo que aprendimos de la hierba del sapo

Al terminar la excursión y regresar por el mismo camino, volví a pensar en todo lo que habíamos aprendido ese día. Al principio, la hierba del sapo solo me había parecido una planta curiosa, con flores raras y colores brillantes. Pero ahora sabía que era mucho más que eso.

Aprendí que no todas las flores son como las rosas o los girasoles, y que algunas plantas necesitan tiempo y paciencia para crecer y dar sus flores y semillas. También entendí que esta planta forma parte de la vida de muchas personas, que la han usado como medicina natural y que han compartido ese conocimiento de generación en generación.

Además, descubrí que la hierba del sapo no está sola en la naturaleza. Sus flores alimentan a insectos y hacen que el campo donde crece se mantenga vivo y lleno de movimiento. Entonces comprendí algo muy importante: conocer cómo crecen las plantas y para qué sirven no solo es interesante... también es la mejor forma de aprender a cuidarlas. Así, incluso una planta pequeña y poco conocida puede enseñarnos grandes lecciones... no solo sobre la naturaleza, sino también sobre nuestra responsabilidad de protegerla.

Preguntas de reflexión:

1. ¿Cuál es la diferencia entre las flores de la hierba del sapo y las flores que normalmente imaginamos?
2. ¿Por qué es importante no arrancar la planta antes de que produzca semillas?
3. ¿Qué aprendiste sobre el uso medicinal de la hierba del sapo?
4. ¿Por qué es importante cuidar las plantas, aunque sean pequeñas o poco conocidas?

Glosario:

Brácteas: Hojas especiales que rodean y protegen a las flores. En la hierba del sapo son rígidas, puntiagudas y de color claro

Cabezuelas: Estructuras donde muchas flores pequeñas se agrupan formando una sola "flor" más grande.

Roseta: Forma de crecimiento donde las hojas salen desde la base y quedan pegadas al suelo, formando un círculo.

Polinizadores: Insectos como abejas o mariposas que ayudan a transportar el polen entre flores, permitiendo que las plantas se reproduzcan.

Conocimiento empírico: Saber que se adquiere a partir de la experiencia, la observación y la práctica, y que se transmite de generación en generación.

Referencias:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). Plantas medicinales. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/medicinal/plantas>

García Ruiz, I. (2013). Contribución al conocimiento del género *Eryngium* (Apiaceae) en el estado de Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*, 103, 65–118.

CárdenasValdovinos, J. G., GarcíaRuiz, I., AngoaPérez, M. V., & MenaViolante, H. G. (2023). Ethnobotany, biological activities and phytochemical compounds of some species of the genus *Eryngium* (Apiaceae), from the centralwestern region of Mexico. *Molecules*, 28, 4094.

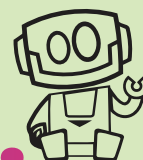
VillaSantiago, M., CamachoDíaz, B. H., LópezBonilla, A., MenaViolante, H. G., CárdenasValdovinos, J. G., OchoaCruz, Z., & AngoaPérez, M. V. (2025). Phytochemical analysis and invitro biological activities of three wild *Eryngium* species. *Molecules*, 30, 4250.

Ecología



UNIDAD 2

Lectura Científica



2026-2027



El viaje de las gotas de agua:

una travesía de años

Alejandra Correa González

Maestra en Ciencias en Ingeniería Ambiental. Posgrado de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Joel Hernández Bedolla

Doctor en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Investigador PIIM

Imagínate cómo se mueve el agua en el cielo, el suelo, el subsuelo y las rocas. El movimiento del agua en el suelo se da en cada hueco que se conecta para formar pequeños caminos y se dirige hacia abajo para acumularse en las rocas.

El agua que se almacena en las rocas se conoce como agua subterránea y es agua dulce. Casi toda el agua que utilizas en tu casa proviene del agua subterránea y es sumamente importante en la vida cotidiana.

Esta es la historia de Tita, Tata y Tato, ellos vivían en una nube con sus familias y amigos y eran muy felices. Desde pequeños escuchaban que sus padres habían visitado, ríos y lagos; atravesado el suelo y conocido el inmenso mar; por lo que siempre habían querido explorar estos lugares. Tato, al ser muy inquieto y aventurero, quería viajar a gran velocidad en los ríos; Tata quería conocer el mar, ya que había escuchado que existía una gran cantidad de plantas acuáticas y peces de muchos colores; Tita, siendo la más tranquila de los tres, quería conocer el agua subterránea, ya que había escuchado que esta agua es la más cristalina y limpia de todas.

Un día, Tita, Tata y Tato se dispusieron a realizar su viaje juntos, sabiendo que se separarían de acuerdo con el lugar que querían visitar.

El primer paso, fue pasar de vapor a líquido; en el cielo el agua se presenta en forma de vapor y cuando se acumula gran cantidad, se forman las nubes; al acumularse más vapor y enfriarse, el agua pasa al estado líquido y cae en forma de lluvia hacia la superficie.

Tita, Tata y Tato cayeron rápidamente y, entusiasmados, Tata y Tato se fueron con otras gotas de agua para formar el escurrimiento superficial y se alejaron rápidamente; poco después, Tata y Tato se unieron a un río y conocieron a diferentes gotas de agua; algunas habían estado en lagos y en el mar; otras más, dentro de plantas y del suelo.

Tato después de haber cumplido su sueño, decidió regresar a su casa. Tata, que siempre había querido llegar al mar, se despidió tristemente de Tato, ya que sabía que su viaje sería mucho más largo. Tata siguió su camino y Tato se calentó tanto con la radiación del Sol que se convirtió en vapor y regresó a la nube con su familia.

Tata continuó su viaje dentro del río y observó cómo aumentaba y disminuía la cantidad de agua dentro del río debido a que algunas gotas llegaban y otras se iban al agua subterránea; pero no veía el mar; por lo que, desesperada, le preguntó a una vieja gota de agua, llamada Esther.

Esther le explicó que todos los ríos llegan al mar y le aconsejó no desesperarse, que, si bien el camino era largo, llegarían. Así que después de algunos meses Tata llegó al mar; en el mar conoció a diversos peces, algunos grandes, otros pequeños; algunas plantas acuáticas y otros pequeños peces; además, había tortugas y grandes ballenas.

Sin embargo, a Tata, nadie le había platicado que, en el mar, también se presenta una gran cantidad de plásticos que afectan la vida y provienen de actividades de las personas, como botellas y bolsas.

Tata se sorprendió, al ver que muchos peces y tortugas quedaban atrapados dentro de los residuos plásticos y otros más se los comían y morían; por lo que, al no saber qué hacer, decidió ir con su familia y platicar acerca de todo lo que había aprendido; así que subió a su nube nuevamente.



Imagen creada por la IA



Imagen creada por la IA



Imagen creada por la IA

Mientras tanto Tita, después de despedirse de Tata y Tato, busco un pequeño hueco en la tierra para infiltrarse; sin embargo, lo que no contaba es que algunos huecos no tenían salida y que, si tomaba uno de estos huecos, se quedaría atrapada ahí; por lo que, buscó y buscó hasta que finalmente encontró un pequeño hueco con salida al agua subterránea; sin embargo, fue necesario esperar hasta que gran cantidad de gotas de agua se juntaron para bajar; cuando finalmente comenzó su descenso fue un camino muy largo hasta llegar al agua subterránea.

En su descenso se encontró con pequeñas partículas disueltas llamadas minerales y conoció a diversas bacterias que utilizaban estos minerales para vivir. Además, notó la presencia de otros seres que ella no conocía, los contaminantes. Tita, nunca se esperaba que estos seres la persiguieran para bajar con ella, al agua subterránea; pero Tita corrió y corrió y descendió muy rápido; sin más opción, los contaminantes se quedaron en el suelo.

Los contaminantes provienen de actividades que realizan las personas, como, por ejemplo, las zonas agrícolas y el agua que sale de la casa; muchas veces se mueven a través del suelo con el agua para llegar al agua subterránea y contaminarla.

Una vez en el agua subterránea, Tita, se dio cuenta de que se mueve de forma muy compleja en las rocas; ya que algunas gotas se desplazan por huecos y otras lo hacen por medio de aperturas, tomando diferentes caminos.

Además, notó que el agua subterránea se mueve muy pero muy lento y su viaje le tomaría años, ya que el tiempo de su viaje depende del tipo de roca por la que se mueva el agua. Debido a esto, su viaje le tomaría más tiempo y se preguntaba si Tata y Tato ya habrían llegado a su destino.

Tita no tenía claro dónde acabaría su viaje, ya que quería regresar a su casa, lo antes posible; por lo que cuando el agua subterránea llegó a un lago, prontamente se dirigió hacia la superficie para evaporarse. Cuando subió, Tata y Tato la recibieron con mucha felicidad y platicaron de todo lo que conocieron en su viaje del ciclo del agua y lo que las personas deberían hacer para evitar la contaminación del agua.

El ciclo del agua es un proceso natural y se repite sin tener un inicio o fin. Imagínate el viaje que realiza una gota de agua una y otra vez dentro de su ciclo; esta gotita puede llegar a moverse a través del cielo, el mar y el suelo; para alcanzar grandes profundidades dentro del subsuelo o de rocas. El tiempo que tarda una gota de agua en llegar al agua subterránea puede durar años, lo que impide su uso por las personas. Además, debido al largo viaje que realiza y a todos los lugares que visita, puede presentar diversos contaminantes.

El agua es un recurso muy importante para las personas, ya que es necesaria para la vida. En cada actividad de tu día utilizas agua: para beber, preparar alimentos, bañarte, lavarte los dientes, para tus mascotas y muchas más. Sin embargo, en los últimos años se ha contaminado cada vez más debido a las personas. ¡Está en tus manos evitar la contaminación de este líquido vital! Recuerda: el agua es un tesoro que todos debemos proteger.

Preguntas de Reflexión:

1. ¿Cómo afectan las personas al ciclo del agua?
2. ¿De qué manera se contamina el agua cuando se mueve dentro de su ciclo?
3. ¿Qué actividades crees que han pensado Tita, Tata y Tato para evitar la contaminación del agua?
4. ¿Qué actividades realizas para cuidar el agua?

Glosario:

- **Vapor:** Estado del agua gaseosa se presenta a altas temperaturas.
- **Líquido:** Estado del agua en el que toma la forma del recipiente que lo contiene.
- **Subsuelo:** Capa de la Tierra que se encuentra por debajo del suelo.
- **Agua subterránea:** Agua que se encuentra almacenada en huecos y grietas de las rocas.
- **Escorrentamiento superficial:** Parte del ciclo del agua y se refiere al agua que no se infiltra y se mueve de acuerdo al relieve sobre la superficie terrestre para llegar a corrientes superficiales como ríos.
- **Radiación:** Emisión y propagación de energía a través del espacio o de un medio material, en forma de ondas electromagnéticas o partículas.
- **Infiltración:** Parte del ciclo del agua se refiere al agua que se mueve a través del suelo para llegar al subsuelo.
- **Zonas agrícolas:** Áreas de tierra que se utilizan para el cultivo de diversos cereales, legumbres, verduras y frutas.

Referencias:

Martínez Alfaro, E., Martínez Santos, P., & Castaño Castaño, S. (2006). Fundamentos de hidrogeología.

Fundación Aquae. (4 de febrero de 2022). ¿Qué son las aguas subterráneas? WikiAquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/las-aguas-subterraneas/>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (24 de septiembre de 2019). Aguas subterráneas. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/imta/articulos/aguas-subterraneas>



Skiffi

y el misterio del agua invisible

Ivette Marai Villa Villaseñor

Doctora en ciencias y actualmente realiza una estancia posdoctoral por México-SECIHTI, en la ENES, Unidad Morelia, UNAM. Su trabajo de investigación se enfoca en la salud animal y en el estudio de las respuestas fisiológicas y conductuales de organismos acuáticos, integrando enfoques de ecofisiología, ecotoxicología y conservación. Lugar de residencia: Morelia, Michoacán.

Esperanza Meléndez Herrera

Profesora e investigadora interesada en los mecanismos y negociaciones que deben realizar los organismos para ajustarse a los ambientes modificados. Actualmente coordina el Laboratorio de Ecofisiología Animal del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la UMSNH. Lugar de residencia: Morelia, Michoacán.

Skiffi era un pequeño pez que vivía en un lago de aguas transparentes y limpias, rodeado de plantas y de muchos amigos. Para Skiffi, ese lugar era perfecto. Le gustaba mucho nadar entre las plantas, jugar con otros peces y descansar cerca de las raíces de los árboles. Todo en su mundo estaba bien, como si nada pudiera salir mal.

Pero un día, algo comenzó a cambiar. No hubo ruido, no hubo olor, nadie lo vio llegar. Y, sin embargo, el lago ya no era el mismo. Al principio, Skiffi solo notó que se sentía un poco cansado; pensó que era por el calor. Pero con los días, le costaba trabajo nadar y respirar. Sus movimientos ya no eran tan rápidos y a veces sentía una especie de ardor en su cuerpo, como si algo estuviera encendido en su interior.

Una tarde, mientras Skiffi descansaba, vio pasar a una vieja tortuga que llevaba muchos años viviendo en el lago y le preguntó: –Tortuga, ¿alguna vez has sentido que algo no está bien, aunque todo se vea igual? La tortuga lo miró, como si ya conociera esa pregunta.

–Sí–respondió– eso pasa cuando el problema no se puede ver.

Skiffi no entendía: ¿Cómo puede haber un problema si el agua sigue transparente?

La tortuga respondió– Porque hay cosas que no se ven, pero que cambian todo.

Entonces le explicó. Cerca del lago, los humanos cultivan la tierra. Para ayudar a sus plantas a crecer, usan sustancias llamadas fertilizantes que contienen un elemento muy importante: el nitrato. Los nitratos son un tipo de alimento para las plantas. En pequeñas cantidades, ayudan a que todo crezca sano. Skiffi asintió y preguntó– Entonces... ¿son buenos?

–Sí– respondió la tortuga, pero cuando hay demasiados, dejan de ser buenos.

El exceso de nitratos comenzó a llegar al lago, invisible, silencioso, sin cambiar el color del agua.

Pero cuando entraron en el cuerpo de los peces, empezaron a cambiarlo todo por dentro. Esa noche, Skiffi sintió algo extraño. Dentro de él, pequeñas chispas comenzaron a aparecer. –¿Qué está pasando?– ¡gritó!.

Las células de su cuerpo, como pequeñas casitas, comenzaron a moverse con urgencia. –¡Hay demasiadas chispitas!–decían–¡Esto puede dañarnos! ¡Necesitamos ayuda!

Entonces, dentro del cuerpo de Skiffi llegaron los primeros ayudantes.

La catalasa, como un pequeño bombero muy valiente, empezó a trabajar dentro de las casitas. –¡Apaguen el fuego! –decía– ¡No dejen que crezca!

La catalasa se encargaba de apagar esas chispitas peligrosas antes de que crecieran y lastimaran el cuerpo de Skiffi. Pero el problema era que cada vez aparecían más chispitas. Y más. Y más.

Esas chispitas empezaron a causar daño. Las células de Skiffi, como pequeñas casitas, tenían paredes suaves y delicadas. Pero con tantas chispitas, las paredes de las casitas comenzaron a dañarse y algunas se rompían y ya no podían proteger bien lo que había dentro. Cada vez que una casita se dañaba, dejaba una señal, una pequeña marca. Los científicos llaman a esas marcas MDA, que significa malondialdehído, pequeñas huellitas que deja el daño en el cuerpo. Había tantas chispitas, tantas casitas dañadas y cada vez más huellitas del daño que incluso los ayudantes empezaron a cansarse.

En ese momento llegaron otros ayudantes importantes.

La fenoloxidasa, como un grupo de guardianes del cuerpo, llegó lista para proteger. –¡No te preocupes, Skiffi! –dijeron– ¡Nosotros defendemos tu cuerpo de lo que le hace daño!

Ellos ayudaban a proteger al pez y a mantenerlo sano, como si fueran soldados que cuidan una ciudad.

Skiffi ya no entendía nada. –¿Por qué mi cuerpo está luchando contra algo que no puedo ver?– preguntó. La tortuga volvió a aparecer a su lado. –Porque el agua cambió le dijo.– Y cuando el agua cambia, todos los que viven en ella también cambian.

Con el tiempo, el cuerpo de Skiffi empezó a resentirlo. Sus células ya no eran iguales. Su energía disminuía. Era como si, por dentro, su cuerpo se estuviera desgastando, igual que una manzana que se pone café cuando la dejas al aire.

Un día, algo diferente ocurrió. Un grupo de científicos llegó al lago, pero no venían a cultivar; venían a observar. Con ellos también venían varios niños que miraban el agua con curiosidad, hacían preguntas y anotaban todo en sus cuadernos. Los científicos tomaron muestras del agua y estudiaron a los peces con herramientas

especiales.– Aquí hay demasiado nitrato, –dijeron,– y los peces están mostrando señales de estrés. Sus cuerpos están tratando de defenderse; –explicaron,– pero eso también les cuesta energía.

Los niños se miraron entre ellos, sorprendidos. –Pero el agua se ve limpia...– dijo uno. –Sí,– respondió una científica– pero no todo lo que parece limpio está sano. Entonces los niños comenzaron a pensar en cómo ayudar. –Podemos usar menos fertilizantes,– dijo un niño;– para que no lleguen al agua. –También podemos no tirar basura ni cosas sucias al agua y contarles a otros niños, –dijo una niña,– para que más personas cuiden el lago. Los científicos sonrieron. –Exacto, –dijeron,– cuidar el agua es tarea de todos.

Desde el agua, Skiffi observaba, no entendía sus palabras, pero sentía que, por primera vez, alguien escuchaba lo que su cuerpo intentaba decir. Querían ayudarlo; querían ayudar a cuidar su hogar. Con el tiempo, Skiffi comprendió algo muy importante: el lago no estaba completamente enfermo, pero tampoco completamente sano. Y lo más peligroso de todo era que parecía estar bien.

Desde entonces, Skiffi decidió hacer algo. Cada vez que un pez nuevo llegaba al lago, le contaba su historia. –No todo lo que no se ve no existe, –decía,– y no toda el agua transparente está sana. Además, aprendí algo importante; –añadía:– hay quienes cuidan el agua, protegen a los animales y enseñan a otros a hacer lo mismo. Y así, poco a poco, la historia de Skiffi comenzó a recorrer todo el lago. Porque cuando alguien aprende a cuidar su hogar, puede ayudar a que todo vuelva a estar mejor.

Moraleja

El equilibrio de la naturaleza es delicado. A veces, lo que ayuda también puede dañar si hay demasiado. Cuidar el agua no es solo mantenerla limpia a la vista; es mantenerla sana por dentro.

Preguntas de Reflexión:

- 1.- ¿Por qué Skiffi comenzó a sentirse mal si el agua se veía igual?
- 2.- ¿Qué aprendiste sobre las cosas que no se pueden ver, pero sí pueden hacer daño?
- 3.- ¿Por qué es importante no tener demasiados nitratos en el agua?
- 4.- ¿Qué podemos hacer nosotros para cuidar el agua y a los animales que viven en ella?

Glosario:

Catalasa: es una sustancia presente en las células que ayuda a protegerlas al eliminar compuestos dañinos que se forman cuando el organismo está bajo estrés.

Célula: es la unidad básica que forma a los seres vivos. Cada célula cumple funciones importantes para que el organismo pueda vivir y funcionar correctamente. En nuestra historia son pequeñas casitas.

Cultivar: es cuidar y trabajar la tierra para que crezcan plantas, como en la agricultura.

Elemento: es una parte muy pequeña que constituye todo lo que existe en la naturaleza.

Estrés: ocurre cuando el cuerpo se esfuerza mucho por defenderse o adaptarse a algo que le hace daño.

Fenoloxidasa: es una sustancia relacionada con las defensas del organismo que ayuda a protegerlo cuando enfrenta daño o agentes externos, como bacterias y virus.

Fertilizantes: son sustancias que ayudan a las plantas a crecer fuertes y sanas.

Malondialdehído (MDA): es una sustancia que se forma cuando las células sufren daño.

Nitrato: es una sustancia que ayuda a las plantas a crecer, pero si hay demasiado en el agua, puede hacer daño a los peces.

Referencias:

Villa-Villaseñor I. M., Meléndez-Herrera E., Mar-Silva V. y Domínguez-Domínguez O. 2023. "El impacto de los nitratos sobre la supervivencia de peces dulceacuícolas". Publicado en el boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología A.C.

Villa-Villaseñor I. M., Herrera-Vargas Ma. A. y Meléndez-Herrera E. 2024. "Pequeñas concentraciones, grandes impactos: los efectos del nitrato en peces dulceacuícolas endémicos". Publicado en el boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología A.C.



Cuerpo Humano

UNIDAD **3**

Lectura
Científica



2026-2027

¿Superpoderes ya?

Paola Jiménez Alcántar

Doctora en Ciencias Biológicas, con formación en Químico Farmacobiología y Maestría en Ciencias de la Salud, todas por la UMSNH.

Investigadora posdoctoral en el CMEB.

Experiencia docente en licenciatura y posgrado, publicaciones científicas, participación en congresos nacionales e internacionales.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-FMVZ, Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB), Morelia, Michoacán



¡Todo lo que tu cuerpo es capaz de hacer!

Nuestro cuerpo es un cascarón increíble, nos ayuda a caminar, a comer, a escuchar la campana del recreo, cuando suena a lo lejos de tu salón de clase y hasta a hacer las travesuras que tanto nos divierten... ¿No es increíble?

Muchas veces no nos detenemos a pensar en todo el trabajo que realiza por nosotros a cada momento, pero hoy, veremos algunos datos sorprendentes que nos ayudarán a valorar todo lo que nuestro cuerpo hace por nosotros.

Aquí tienes algunos datos curiosos y sorprendentes acerca del cuerpo humano.

Tu corazón: el motor que late sin parar

Con cada latido, tu corazón impulsa sangre a través de todo tu cuerpo, esto permite llevar nutrientes y oxígeno a cada célula de tu cuerpo. Quizá esto ya lo sabías, pero... sorprendentemente, tu corazón late en promedio 100,000 veces al día; y, si esto lo llevas a un año de tu vida, tu corazón te regala 35 millones de latidos por año.

Tu cerebro, una máquina superpoderosa

Al nacer, nuestro cerebro conforma el 10 % de tu peso corporal, mientras vas creciendo, este porcentaje se reducirá hasta solo corresponder a un 2% cuando eres adulto. Esto se debe a que tu cerebro crece rápidamente, aunque tu cuerpo aún no ha desarrollado completamente tu masa muscular y ósea. ¿Interesante? ¡Hay más! Tu cerebro trabaja muchísimo, incluso cuando duermes, y procesa todos los mensajes de tu cuerpo: lo que ves, lo que escuchas, lo que sientes, lo que piensas y lo que haces. Por eso necesita mucha energía; de toda tu energía utiliza el 20 %, es como una computadora que nunca se apaga.

Tu piel: un escudo protector en constante cambio

La piel es el órgano más grande de tu cuerpo y te protege del polvo, los microbios, el sol y de los golpes. También te ayuda a sentir el mundo a través del frío, el calor, el dolor y las caricias. Pero a diferencia de otros órganos, la piel está en constante cambio.



¿Alguna vez has visto en un zoológico, en la televisión o en algún video cómo una víbora cambia de piel? Tal vez te parezca genial o quizá un poco asqueroso, pero tal como ellas lo hacen, los humanos también cambiamos las células de nuestra piel. Aunque no dejemos rastros visibles, aproximadamente cada 28 días, nuestras células se desprenden y renuevan. Entonces... ¿por qué no lo vemos? Porque nuestras células se caen poco a poquito, todos los días, aunque no lo notemos. De hecho, el polvo que barremos en casa muchas veces contendrá pequeñas células muertas de nuestra piel ¡Un poquito de ti se desprende y cambia constantemente!

Tu estómago: una máquina destructora

Tu poderoso estómago, produce un "jugo", el "jugo gástrico", que es muy ácido —mucho, mucho más ácido que el jugo de un limón— y ayuda a romper la comida para que nuestro cuerpo pueda recibir los nutrientes. También nos ayuda a eliminar las bacterias que puedan vivir en la comida, protegiéndonos de infecciones estomacales. Es tan fuerte que, si tuviéramos el ácido en un contenedor y arrojáramos una galleta esta se desintegraría en minutos.

Pero... si nuestro ácido estomacal es tan fuerte, ¿por qué no daña nuestro propio estómago? Esto se debe a que producimos una capa gruesa de moco que recubre las paredes del estómago, como si nuestro estómago estuviera preparado con un traje protector para que el jugo gástrico no lo dañara. ¿Interesante, no?



Tus ojos y nariz: detectores ultrapoderosos

Tus ojos son como detectores súper potentes de colores. Gracias a unas células especiales que tenemos en las retinas, llamadas conos, podemos distinguir millones de colores diferentes. Podemos notar pequeñas diferencias entre un verde claro y un verde un poquito más oscuro, entre un azul cielo y un azul un poco más gris. Además, distinguimos casi medio millón de tonos, por ejemplo, muchos tonos de verde en las hojas de los árboles o las plantas o cuando vemos una manzana roja, podemos notar si es roja brillante, rojo oscuro, rojo más anaranjado o incluso rojo casi vino.

Esta increíble capacidad nos ayuda a identificar señales de tránsito, expresiones en los rostros, frutas maduras y cambios en la naturaleza. Sin que nos demos cuenta, nuestros ojos y nuestro cerebro trabajan juntos todo el tiempo para pintar el mundo con millones de colores diferentes.

¿Y qué hay de la nariz? Tu nariz es un superdetector de olores. Por años, se pensó que solo podíamos distinguir alrededor de 10 000 olores, ahora se sabe que podemos distinguir al menos 1 billón de olores; esto es, un millón de millones de olores diferentes. Expresado de otra forma, si cada olor fuera una canción distinta, tu nariz podría reconocer más canciones de las que podrías escuchar en toda tu vida. Esta gran ventaja nos permite distinguir diferencias sutiles entre olores, por ejemplo, diferencia de olor entre una flor y otra, o en distintos tipos de chocolate o entre la tierra húmeda y seca.

Todo esto es sorprendente, ¿no?

Nuestro cuerpo está lleno de secretos, habilidades y curiosidades que ocurren a cada segundo sin que nos demos cuenta. Cada órgano, cada célula y cada parte de ti trabaja en equipo para que puedas jugar, aprender, reír y vivir nuevas aventuras todos los días. Ahora te invito a seguir explorando y a descubrir otras maravillas que tu cuerpo puede hacer por ti, porque dentro de ti existe un mundo increíble que vale la pena conocer y cuidar.



Foto: Magnific banco de imágenes

¡Cuidalo siempre!

Para que nuestro cuerpo sea capaz de cosas increíbles, debe estar sano. Pequeñas acciones pueden hacer la diferencia. Seguramente has oído que dormir bien, hacer ejercicio y alimentarte de forma saludable son formas de cuidar tu cuerpo. Pero esto no es lo único que puedes hacer por ti, también puedes:

- Tomar suficiente agua natural para que tus células trabajen como deben.
- Lavar tus manos antes de comer, después de ir al baño y después de jugar para evitar enfermedades.
- Cepíllate los dientes al menos dos veces al día para cuidar tu boca.
- Mueve tu cuerpo: bailar, correr, saltar o jugar al aire libre.
- Proteger tu piel usando bloqueador solar cuando estés bajo el sol.
- Escucha a tu cuerpo cuando te dice que está cansado, triste, si algo te duele o preocupa y no dudes en pedir ayuda.

¡Tu cuerpo hace todo por ti, dale el cuidado que merece!

Preguntas de Reflexión:

1. ¿Qué otras partes de tu cuerpo crees que tienen funciones increíbles?
2. ¿Qué cosas hace tu cuerpo sin que tu se lo pidas?
3. ¿Qué alimentos crees que ayudan más a que tu cuerpo esté siempre sano?
4. Si tu cuerpo pudiera hablar, ¿Qué crees que te diría hoy?

Glosario:

- **Ácido:** en química, un ácido es una sustancia que, cuando se mezcla con agua, libera unas partículas muy pequeñas llamadas iones de hidrógeno. En los alimentos, un sabor ácido implica que el alimento tiene un sabor agrio.
- **Detector:** Aparato, dispositivo, o en este caso, órgano que sirve para descubrir la presencia de objetos, determinadas sustancias, radiaciones, etc.
- **Infección:** Entrada y desarrollo de microbios dentro de nuestro cuerpo causantes de enfermedades, como cuando te da gripe o una herida se infecta.
- **Masa muscular:** cantidad de materia perteneciente a los músculos.
- **Ósea:** perteneciente a los huesos.
- **Órgano:** parte del cuerpo que ejerce una función.



Foto: Magnific banco de imágenes

Referencias:

- Raichle ME, Gusnard DA. Appraising the brain's energy budget. Proc Natl Acad Sci U S A. 2002 Aug 6;99(16):10237-9. doi: 10.1073/pnas.172399499.
- Proksch E, Brandner JM, Jensen JM. The skin: an indispensable barrier. Exp Dermatol. 2008 Dec;17(12):1063-72. doi: 10.1111/j.1600-0625.2008.00786.x
- Allen A, Flemström G. Gastroduodenal mucus bicarbonate barrier: protection against acid and pepsin. Am J Physiol Cell Physiol. 2005 Jan;288(1):C1-19. doi: 10.1152/ajpcell.00102.2004.
- Bushdid C, Magnasco MO, Vosshall LB, Keller A. Humans can discriminate more than 1 trillion olfactory stimuli. Science. 2014 Mar 21;343(6177):1370-2. doi: 10.1126/science.1249168.

El niño que imprimió su corazón

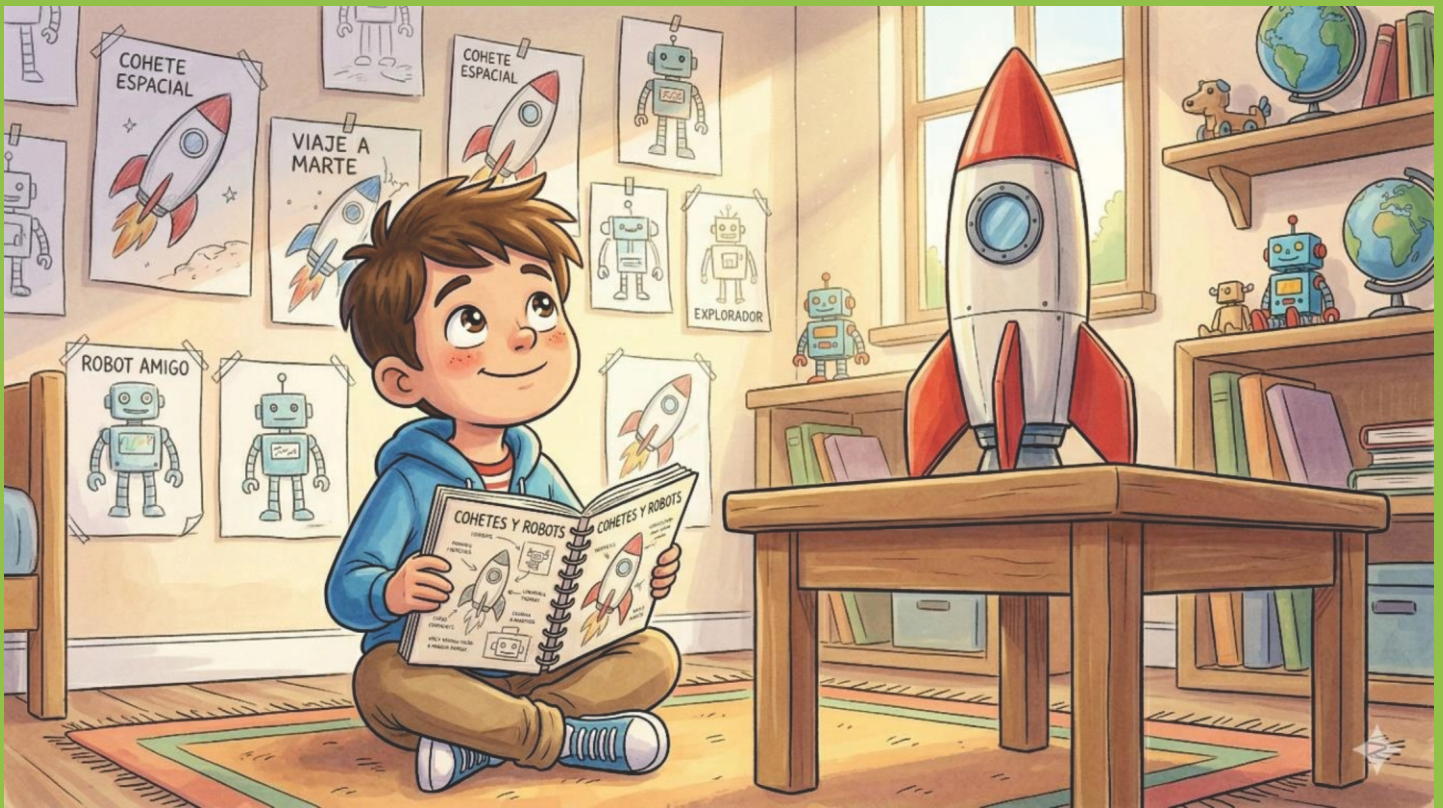


Ilustración 1 Julián en su habitación. Creada con IA

Joshua Nataniel Espinobarros Rodríguez.

Instituto Tecnológico de Morelia. Estudiante de licenciatura. Residencia: Morelia, Michoacán.

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica enfocado en el área de innovación en proyectos biomédicos.

Marcos Gutiérrez López

Instituto Tecnológico de Morelia Residencia: Morelia, Michoacán.

Investigador posdoctoral especializado en el desarrollo de sistemas de tomografía por impedancia eléctrica. Su trabajo se enfoca en la detección temprana de cáncer de mama como una medida tecnológica auxiliar de prediagnóstico.

Había una vez un niño llamado Julián que vivía en una casa llena de dibujos. Sus paredes no tenían pintura, sino planos de cohetes y bocetos de robots que imaginaba antes de dormir (ilustración 1).

Pero Julián tenía un secreto: su corazón era como un motor pequeño que a veces se quedaba sin gasolina. Mientras otros niños corrían tras el balón en el parque, él los observaba desde la banca, imaginando cómo sería tener la fuerza de un gigante.

Un día, su abuelo lo llevó a un lugar especial, un edificio de cantera donde el aire vibraba con un suave susurro, como si las máquinas estuvieran contando secretos.

—Estas máquinas hablan el lenguaje digital—le dijo una ingeniera con una sonrisa.

Julián se acercó a una caja de cristal. Dentro, una luz guiaba a una punta brillante llamada extrusor, que soltaba un hilo de plástico mágico. Vio cómo, de la nada, aparecía una pieza pequeña y perfecta. En ese momento, Julián comprendió algo asombroso: si una máquina podía fabricar una pieza de repuesto para un motor, ¿podría ayudar a los doctores a entender su propio corazón!

Con ayuda de una computadora, Julián y la ingeniera transformaron las fotos grises de sus radiografías en un modelo tridimensional. Julián no sentía miedo, sentía curiosidad. Presionó el botón y el filamento comenzó su danza. Durante horas, el plástico se derretía y se acomodaba en capas tan finas como un pétalo de flor, una sobre otra, construyendo un mapa de su vida (ilustración 2).

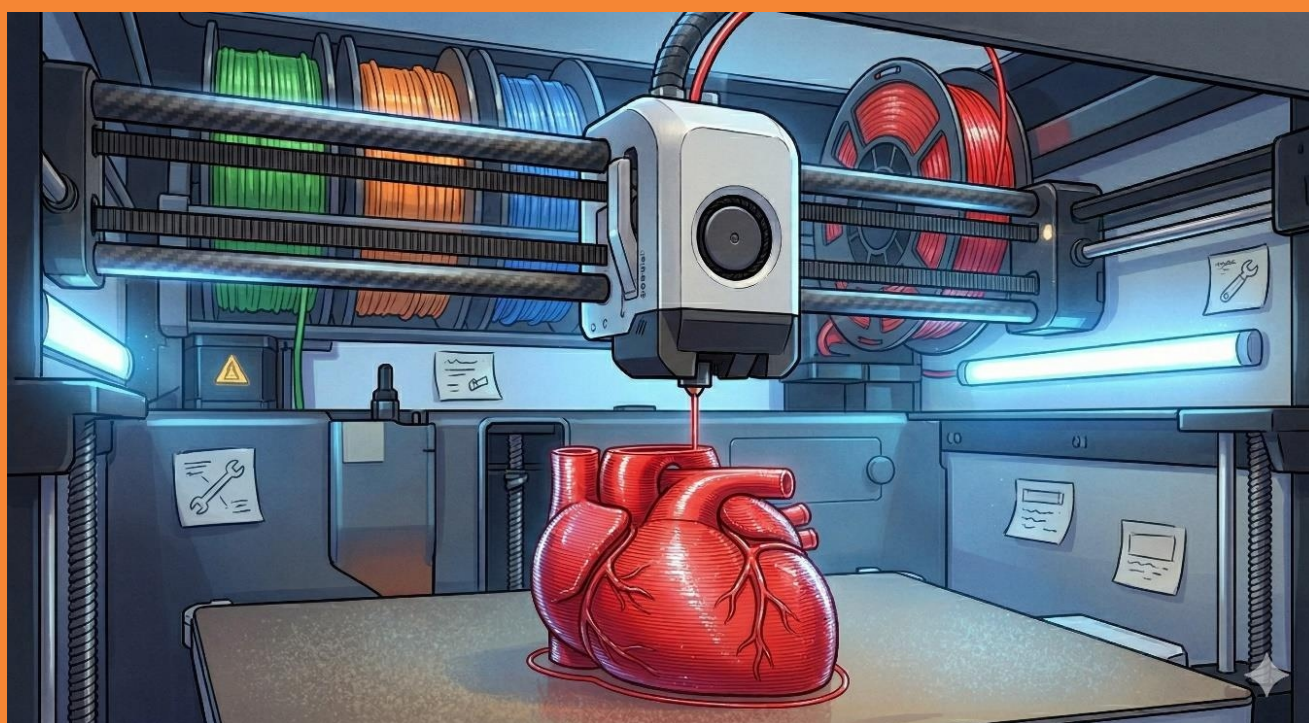


Ilustración 2. El extrusor creando el mapa del corazón de Julián. Creada con IA

A la mañana siguiente, Julián sostuvo su propio corazón en las manos. No era de carne y hueso, era de un rojo brillante y sólido. Al llevarlo al hospital, los cirujanos se quedaron maravillados. Ya no tenían que imaginar dónde estaba el problema; podían tocarlo, darle la vuelta y planear la mejor forma de curarlo gracias a esta réplica médica.

Gracias a ese "mapa" de ciencia, la operación fue un éxito. Meses después, Julián volvió al parque, pero esta vez no se quedó en la banca; corrió tan rápido que sentía que sus pies no tocaban el suelo. Ahora, su habitación ya no solo tiene dibujos en las paredes. Sobre su mesa descansan el cohete brillante y el robot articulado que antes solo vivían en su imaginación, impresos capa por capa con sus propios colores (ilustración 3). Julián sonríe al verlos, porque sabe que la Ingeniería y Tecnología no solo fabrican cosas, sino que son la llave para que cualquier niño pueda tocar sus sueños y construir un mañana mejor.



Ilustración 3. Julián recordando lo que la impresora hizo por él. Creada con IA

Preguntas de Reflexión:

1. Si tuvieras una impresora 3D, ¿qué invento crearías para ayudar a un amigo?
2. ¿Por qué es más fácil para un doctor practicar con un corazón de plástico antes de una operación real?
3. ¿Qué otras partes del cuerpo crees que se podrían fabricar para mejorar nuestra salud?
4. ¿Cómo te imaginas que serán los hospitales del futuro con estas máquinas?

Glosario:

Lenguaje Digital: Forma en que las computadoras entienden instrucciones para convertirlas en acciones reales.

Extrusor: Parte de la impresora que calienta y empuja el material para dibujar el objeto.

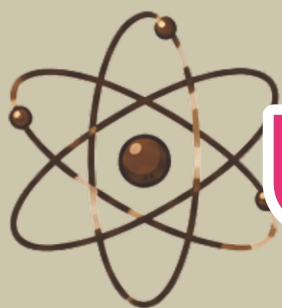
Modelo Tridimensional (3D): Dibujo con cuerpo, altura y fondo, que se puede tocar como un objeto real.

Filamento: Hilo de plástico que la impresora usa para "tejer" las figuras.

Capas: Láminas delgadas que se ponen una sobre otra hasta formar una pieza completa.

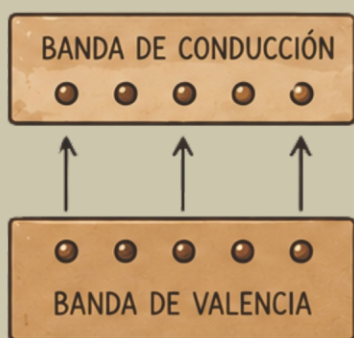
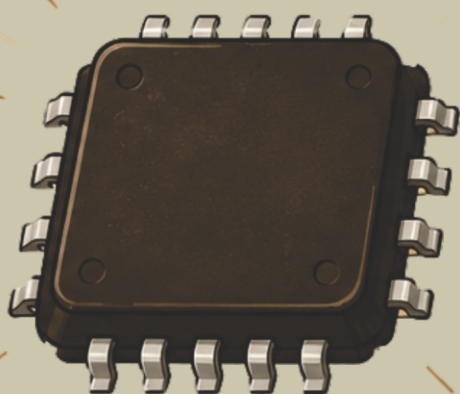
Referencias:

- Sun, Z. (2023). Patient-specific 3D-printed models in pediatric congenital heart disease. *Children*, 10(2), 319.
- Batteux, C., Haidar, M. A., & Bonnet, D. (2019). 3D-printed models for surgical planning in complex congenital heart diseases: a systematic review. *Frontiers in pediatrics*, 7, 23.
- Capellini, K., Ait-Ali, L., Pak, V., Cantinotti, M., Murzi, M., Vignali, E., ... & Gasparotti, E. (2024). Three-dimensional printed models as an effective tool for the management of complex congenital heart disease. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12, 1369514.

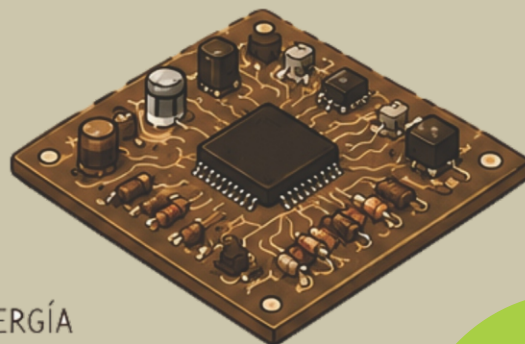


UNIDAD

4



ENERGÍA



Ciencia de los Materiales

Lectura
Científica



2026-2027

La Ciudad de los Electrones

Miguel Ángel Méndez Lemus

Instituto Tecnológico de Morelia.
Estudiante de Licenciatura en
Ingeniería Mecatrónica con
especialidad en Sistemas Inteligentes
de Control.

Marcos Gutiérrez López

Instituto Tecnológico de Morelia
Investigador posdoctoral especializado en el desarrollo
de sistemas de tomografía por impedancia eléctrica. Su
trabajo se enfoca en la detección temprana de cáncer
de mama como una medida tecnológica auxiliar de
prediagnóstico.

En un cable de cobre largo y brillante existía una ciudad un tanto peculiar, la cual tenía forma de anillo que empezaba y terminaba en el mismo lugar: la casa de la gran alcaldesa, la Batería. En el otro extremo de este camino se encontraba el Foco mágico, que, al recibir un poco de energía, brillaba e iluminaba todo a su alrededor.

Allí vivían millones de habitantes, los electrones, quienes siempre estaban atentos a las indicaciones de su alcaldesa.

Como todas las noches, la Batería dio una orden que resonó por todos los rincones: —¡Rápido, mis pequeños electrones, es hora de llevar energía al Foco mágico!

Todos los electrones se alistaron y, después de que la alcaldesa dio la orden, como por arte de magia, una onda invisible viajó por toda la ciudad. Cuando la ola pasó por los electrones, estos sintieron un suave cosquilleo magnético que los hizo vibrar. Y entonces, ¡todos se movieron un poquito al mismo tiempo! Ese pequeño empujoncito en equipo fue suficiente para que la energía llegara hasta el Foco. Y entonces... ¡el Foco brilló con una luz hermosa! La ciudad entera estaba feliz.

Una noche, como era habitual, la alcaldesa dio la orden de llevar energía al Foco. Pero la onda no pudo viajar, ya que en medio del camino se encontraba el Interruptor Guardián del puente, que conectaba la ciudad con el gran Foco. Esa mañana, el Guardián había levantado el puente y no lo había bajado.

La alcaldesa dio de nuevo la orden, pero la onda invisible no pudo pasar más allá del puente. Los electrones esperaron sentir ese cosquilleo magnético que siempre los hacía vibrar. Esperaron. Y esperaron. Pero no ocurrió. Fue entonces que los pequeños electrones le pidieron al Interruptor Guardián que bajara el puente para poder hacer que el Foco mágico brillara.



El Guardián negó con la cabeza, luciendo un poco preocupado: —Lo siento, pequeños amigos, pero no puedo hacer eso. La onda que manda la Batería esta noche tiene mucha fuerza. Si cierro el camino, la fuerza de la onda puede hacer que el Foco explote; tenemos que esperar a la Resistencia Protectora.

En ese momento, llegó Doña Resistencia vistiendo un elegante traje de franjas de colores que indicaban su rango de trabajo. Su labor era muy especial: ella se colocaba en medio del camino y lo hacía un poco más estrecho para hacer que la onda perdiera fuerza.

—Lamento la tardanza, gran Guardián —dijo la Resistencia, acomodándose justo antes de llegar al Foco—.

Yo me encargaré de frenar un poco a la ola mágica para que llegue con la fuerza perfecta, ni mucha ni poca.

—¡Excelente! —dijo el Guardián—. Ahora que el camino es seguro, el Foco estará bien. El Guardián giró su gran manivela y bajó el puente, cerrando el camino. En ese momento, la alcaldesa volvió a dar la orden y esta vez la onda sí logró pasar por el puente. Todos los electrones se pudieron mover juntos otra vez, y cuando la onda llegó a la Resistencia, perdió esa fuerza extra que tenía. La onda pudo llegar suavemente al Foco, el cual brilló de manera hermosa y segura.

Desde esa vez, la Resistencia no volvió a dejar su lugar, ya que todos en la ciudad aprendieron que la electricidad funciona cuando el camino está completamente cerrado, y que siempre es mejor trabajar en equipo con una buena resistencia para cuidar a los demás.

Y así, la ciudad de los electrones siguió brillando feliz y segura por mucho tiempo más.

Preguntas de Reflexión:

1. ¿Qué pasaba si el Guardián Interruptor bajaba el puente y no estaba Doña Resistencia en su lugar?
2. ¿Qué es lo que viaja rápido desde la batería hasta el foco?
3. ¿Por qué la onda invisible no podía llegar al foco antes de que Doña Resistencia llegará a su lugar?
4. ¿Qué indica la franja de colores que tiene Doña Resistencia?

Glosario:

- **Electrones:** Son los portadores de carga, no viajan a la velocidad de la luz; de hecho, su avance es extremadamente lento, aunque reaccionan casi instantáneamente a los cambios en el campo eléctrico.
- **Batería:** Es una fuente de voltaje y su función es mantener una diferencia de potencial eléctrico entre sus terminales, generando el campo eléctrico necesario para impulsar a los portadores de carga a través del circuito.
- **Resistencia:** Su función es introducir una oposición al flujo de corriente para proteger los componentes sensibles. Las franjas e colores en el traje hacen referencia al código de colores que indica el valor de la resistencia y su tolerancia.

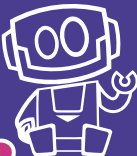
Referencias:

- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2018a). Física universitaria con física moderna 2 (14.a ed., Vol. 2). Pearson Educación de México.
- Quintela, F. R., Redondo, R. C., Melchor, N. R., Arévalo, J. M. G., & Redondo, M. M. Velocidad de los electrones en los conductores de las instalaciones eléctricas.

UNIDAD 5



Ciencias de la Tierra

Lectura 
Científica
2026-2027



El increíble mundo

DE LOS

Terremotos

Juan Daniel Olivares Herrera

Ingeniero Civil por la UMSNH., Morelia, Michoacán.

Actualmente, estudia la maestría en Infraestructura del Transporte en la Rama de Vías Terrestres en la UMSNH.

Ana Lizbeth Arreola Maciel

Arquitecta y diseñadora especializada en neuroarquitectura.

Actualmente, estudia la maestría en Diseño Avanzado en la Facultad de Arquitectura UMSNH.

¿Alguna vez has sentido que el suelo se mueve bajo tus pies? No, no es que estés mareado... ¡podría ser un terremoto! Aunque suenan un poco aterradores, los terremotos son en realidad una señal de que nuestro planeta está vivo y en constante movimiento.

¿Qué es exactamente un terremoto?

Imagina que la Tierra es como un gran rompecabezas cuyas piezas se llaman "placas tectónicas". Estas piezas siempre se están moviendo muy despacio, pero a veces se quedan atrapadas unas con otras en lugares llamados "límites de placas".



Ilustración 1. La Tierra está formada por placas que se mueven (Imagen obtenida con I. A.)

Ahora imagina que sostienes una varilla de madera por ambos extremos y empiezas a doblarla. La varilla se va curvando y ofrece resistencia, pero si aplicas más fuerza, en algún momento se rompe de repente, como se observa



Ilustración 2. Cuando la presión es demasiada, las rocas se rompen (Imagen obtenida con I.A.)

Algo muy parecido ocurre con las rocas, cuando ya no aguantan la presión acumulada en los límites de placas, se rompen o se deslizan de forma repentina soltando muchísima energía. Esa liberación de energía es lo que hace que la Tierra vibre: ¡eso es un terremoto!

A este proceso se le conoce como acumulación y liberación de energía. Durante mucho tiempo, las rocas pueden permanecer "atoradas" en los límites de placas mientras la presión sigue aumentando poco a poco. Aunque no lo notemos, la energía se va guardando como si fuera un resorte comprimido. Cuando finalmente se libera de forma repentina, la energía viaja en forma de ondas sísmicas a través de la Tierra, provocando el movimiento que sentimos durante un terremoto.

El origen: El Foco y el Epicentro

Un terremoto no comienza en toda la Tierra al mismo tiempo. Tiene un punto exacto de origen llamado foco (o hipocentro), que es el lugar dentro de la Tierra donde comienza la ruptura de la roca. El epicentro, es el punto en la superficie de la Tierra que se encuentra justo encima del foco. Aunque el foco se encuentra bajo la superficie, no siempre está a la misma profundidad. Algunos terremotos ocurren a pocos kilómetros de profundidad, mientras que otros pueden originarse a decenas o incluso cientos de kilómetros dentro de la Tierra.

Conocer la ubicación del foco y del epicentro es muy importante para los científicos, ya que les permite entender mejor cómo ocurrió el terremoto y qué zonas pueden verse más afectadas. Esta información también ayuda a mejorar los sistemas de monitoreo y a diseñar construcciones más seguras en regiones donde los sismos son frecuentes.

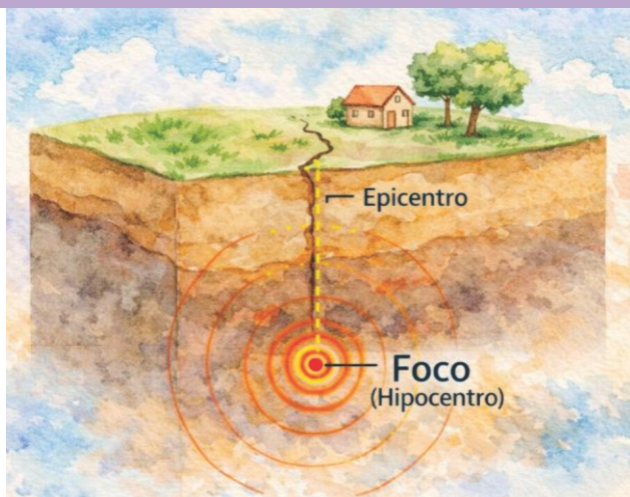


Ilustración 3. El terremoto comienza dentro de la Tierra
(Imagen obtenida con I.A.)

¡Ondas viajeras! ¿Cómo se mueve el suelo?

Cuando tiras una piedra en un estanque, se forman círculos de agua que se alejan del centro. Los terremotos hacen algo parecido, generan "ondas sísmicas" que viajan por el interior de la Tierra.

A menudo escuchamos que ocurrió un terremoto en la zona costera; sin embargo, el temblor puede sentirse en una ciudad, a cientos de kilómetros de distancia. Esto ocurre precisamente porque las ondas sísmicas viajan por el interior de la Tierra, permitiendo que el movimiento se perciba incluso lejos del epicentro.

Hay dos tipos principales de ondas sísmicas que debemos conocer:

1. Ondas P (Primarias) "las velocistas": son las más rápidas y las primeras en llegar a los instrumentos de medición, lo que permite activar sistemas de alerta sísmica. Se mueven empujando y jalando la roca, como si fuera un acordeón o un resorte. ¡Pueden viajar a través de sólidos, líquidos e incluso gases!
2. Ondas S (Secundarias) "las bailarinas": son un poco más lentas que las ondas P. Estas ondas sacuden la Tierra de lado a lado o de arriba hacia abajo, como cuando agitas una cuerda. A diferencia de las ondas P, sólo pueden viajar a través de materiales sólidos y suelen ser las más destructivas.

Como dato curioso, cada año ocurren más de 300,000 terremotos que las personas pueden sentir, ¡Pero la mayoría son tan pequeños que no causan daño!

Los ingenieros civiles estudiamos cómo viajan las ondas P y S para diseñar edificios, puentes y carreteras que puedan resistir estos movimientos. Pero la seguridad no solo depende de las estructuras; también depende de nosotros. Conocer nuestro entorno, participar en simulacros y entender la ciencia detrás de los sismos nos convierte en una sociedad más fuerte y mejor preparada.

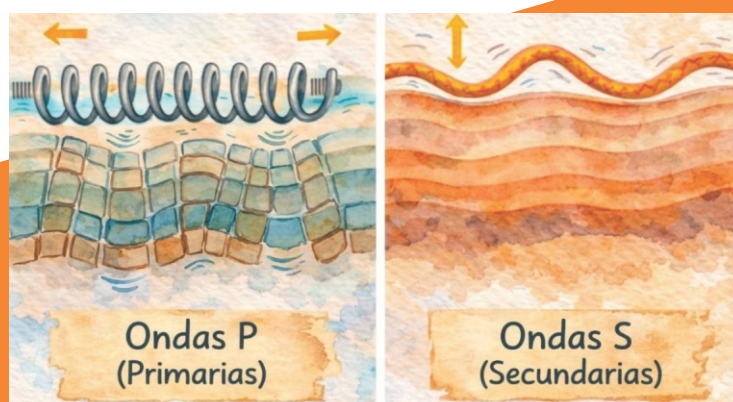


Ilustración 3. El terremoto comienza dentro de la Tierra
(Imagen obtenida con I.A.)

Preguntas de Reflexión:

1. ¿Has sentido alguna vez un temblor?
¿Cómo fue tu experiencia?
2. ¿Por qué crees que suena la alarma de alerta sísmica antes de que sientas el temblor?
3. Si las ondas S son como 'bailarinas' que solo pueden viajar por suelo firme y sólido, pero los científicos notaron que desaparecen al llegar al centro de la Tierra... ¿Qué nos dice eso sobre de qué está hecho el corazón de nuestro planeta?
4. ¿Por qué crees que algunos terremotos causan más daños que otros?

Glosario:

Placas tectónicas: Grandes fragmentos de la corteza terrestre que se mueven lentamente.

Límites de placas: Zonas de contacto donde los grandes fragmentos de la corteza terrestre (placas tectónicas) interactúan, chocan o se deslizan entre sí.

Falla: Desplazamiento de bloques de roca que ocurre cuando la presión acumulada supera la resistencia del material, provocando un movimiento repentino ya sea de forma vertical, lateral o combinada.

Terremoto: Movimiento repentino de la Tierra causado por la liberación de energía en su interior.

Foco (hipocentro): Lugar dentro de la Tierra donde inicia un terremoto.

Epicentro: Punto en la superficie de la Tierra que está directamente sobre el foco.

Ondas sísmicas: Vibraciones que se propagan desde el lugar donde ocurre un terremoto.

Corteza terrestre: Capa más superficial de la Tierra donde vivimos.

Referencias:

Tarbut, E. J. & Lutgens, F. K. (2005). Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física (8.ª ed.). Pearson Educación S. A.

González de Vallejo, Luis I (2002). Ingeniería Geológica. Pearson Educación S. A.

Servicio Sismológico Nacional [SSN]. (2026). Reporte de sismicidad 2025: Sismo de magnitud 6.2 en Coalcomán, Michoacán. Instituto de Geofísica, UNAM.

Hernández, D. (2017). Sismos: A falta de predicción, prevención. ¿Cómo ves?, (227). Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM. <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/227/sismos-a-falta-de-prediccion-prevencion>

UNIDAD 6



Química

Lectura
Científica
2026-2027



¿Por qué a veces la leche nos cae mal?



El secreto que esconde tu pancita

Descubre qué pasa dentro de tu cuerpo cuando tomas leche y por qué a algunas personas les causa molestias.

Claudia Vianey Bazán Rodríguez

Maestra en Ciencias del Desarrollo Local
TecNM/Instituto Tecnológico del Valle de Morelia

Jessica Beatriz Herrera Ojeda

Doctora en Ciencias Biológicas
TecNM/Instituto Tecnológico del Valle de Morelia

¿De dónde viene la leche?

La leche que acompaña tu desayuno tiene un recorrido fascinante. Su origen es de un animal muy conocido: la vaca. En las granjas, las vacas se alimentan principalmente de pasto y reciben cuidados de personas dedicadas a la producción de alimentos.

De manera natural, las vacas producen leche para alimentar a sus crías, los becerros. Cuando una vaca tiene un bebé, su cuerpo comienza a producir leche en un órgano especial llamado ubre. Este alimento contiene todos los nutrientes que el ternero necesita para crecer fuerte y sano, de forma muy similar a lo que ocurre con la leche materna en los seres humanos.

Para que la leche llegue a nuestras mesas, se realiza un proceso llamado ordeña, que consiste en extraerla de la ubre de la vaca. Puede hacerse con las manos o con ayuda de máquinas, siempre cuidando la higiene y el bienestar del animal. Luego la leche se enfría, se transporta y se somete a procesos que eliminan bacterias dañinas. Finalmente, se envasa y se distribuye a las tiendas.

Así, la leche sigue un camino que comienza en la naturaleza y termina en tu vaso, lista para acompañar tu cereal o ese rico pan.

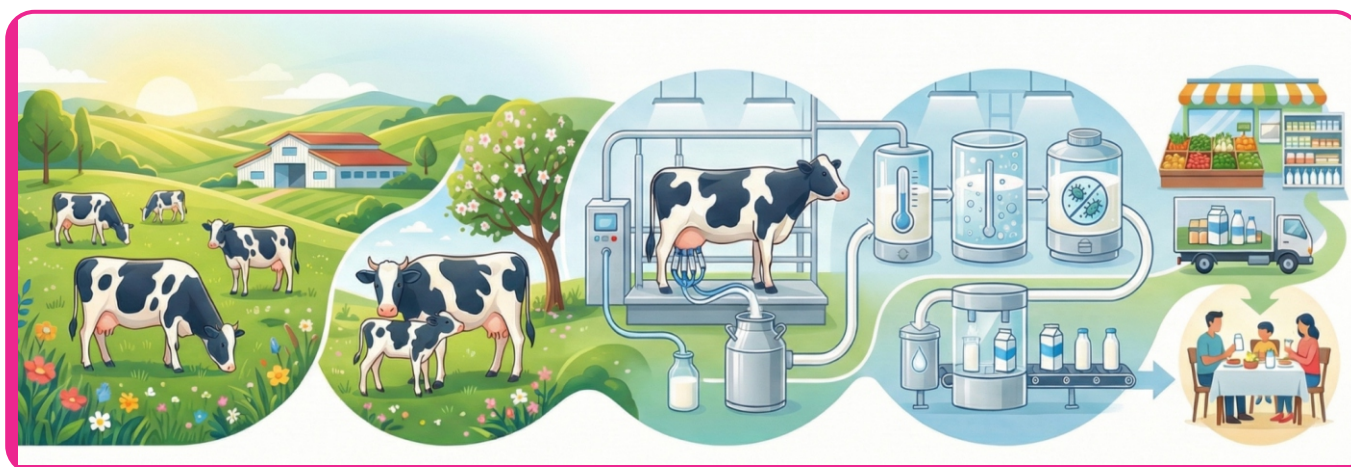


Figura 1. El camino de la leche, Google (2025), NotebookLM, Imagen generada por IA, notebooklm.google.com

¿Qué tiene la leche?

La leche es un alimento muy completo y saludable. Contiene proteínas que ayudan a que nuestro cuerpo crezca y se repare, grasas que nos dan energía para jugar y aprender; vitaminas que fortalecen nuestras defensas y calcio que hace que nuestros dientes y huesos se mantengan fuertes.

Además, la leche contiene un azúcar natural llamado lactosa, que le da ese sabor un poquito dulce que muchos disfrutamos. Aunque la lactosa es una fuente de energía nuestro cuerpo necesita transformarla primero para poder aprovecharla bien.

El ayudante del cuerpo: la lactasa

Dentro de nuestro intestino delgado vive un gran ayudante llamado lactasa. La lactasa es una enzima y las enzimas son como pequeños ayudantes que hacen que los procesos que se realizan en el cuerpo se den de una forma más rápida y de manera más eficiente.

La lactasa trabaja como unas pequeñas tijeras microscópicas, corta la lactosa (el azúcar de la leche) en dos pedacitos más pequeños. Así nuestro cuerpo puede absorberlos fácilmente y utilizarlos como energía para correr con tus amigos en el recreo. Cuando tenemos suficiente lactasa, la digestión de la leche ocurre sin problemas y sin causar molestias.

¿Qué pasa cuando se produce poca lactasa?

En algunas personas, el cuerpo produce menos lactasa. Cuando esto pasa, la lactosa no cumple su función completamente y deja llegar completa a la lactosa al intestino grueso.

Ahí, las bacterias que viven en nuestro sistema digestivo cuando se encuentran con la lactosa comienzan a “fermentarla” (a comérsela). Este proceso produce gases y otras sustancias que pueden causar molestias.

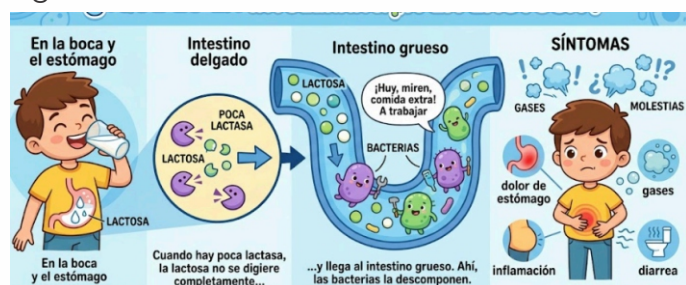
Por eso, algunas personas pueden experimentar:

- Dolor de estómago
- Inflamación
- Gases
- Diarrea

A esta condición se le conoce como intolerancia a la lactosa y se puede nacer con ella.

Es importante que sepas que la intolerancia a la lactosa no es una enfermedad grave, sino una condición común en muchas personas alrededor del mundo. Sobre todo en adultos.

Figura 2. Intolerancia a la lactosa



Gemini. (2026). Infografía educativa sobre la intolerancia a la lactosa para niños [Imagen generada por IA]. Google AI

Algo interesante de la lactasa

Cuando somos bebés y hasta casi los 6 años, casi todos podemos digerir la leche sin dificultad. Esto ocurre porque nuestro cuerpo produce grandes cantidades de lactasa, ya que la leche es nuestro principal alimento en esa etapa de la vida.

Sin embargo, conforme crecemos, en muchas personas la producción de lactasa disminuye.

Esto es un proceso natural que ocurre en distintas poblaciones del mundo.

Por eso, algunas personas pueden consumir leche durante toda su vida sin problemas, mientras que otras desarrollan intolerancia con el paso del tiempo.

¿Qué opciones existen?

Tener intolerancia a la lactosa no significa dejar de consumir todos los productos lácteos. Gracias a la ciencia y a nuevas técnicas desarrolladas en la industria de lácteos, ha permitido desarrollar soluciones para quienes presentan intolerancia.

Crearon productos en los que la lactosa ya está cortada o eliminada del producto para evitar que se sientan mal después.

Muchas personas pueden tolerar ciertos alimentos como:

- Quesos curados: como el parmesano o el queso añejo, que contienen menor cantidad de lactosa.
- Yogur, que incluye bacterias “buenas” que ayudan a digerir la leche.

- Leche sin lactosa, en la que la lactosa ya ha sido transformada.

- Leche de cabra contiene menos cantidad de lactosa que la leche de vaca.

Estas opciones permiten que las personas continúen obteniendo nutrientes importantes sin experimentar molestias.

De la naturaleza a tu vida diaria

La leche es un ejemplo de cómo intervienen diferentes procesos para que un alimento llegue a nosotros. Desde el cuidado de los animales, la obtención del producto, su procesamiento y distribución, hasta su consumo, participan muchas personas y conocimientos.

Esto nos permite entender que los alimentos no solo provienen de la naturaleza, sino también del trabajo humano y del uso de la ciencia.

En resumen

La leche es mucho más que una bebida cotidiana. Es un alimento que comienza en la naturaleza y pasa por distintos procesos antes de llegar a nuestras manos.

Gracias a la ciencia, hoy existen alternativas que permiten a muchas personas seguir disfrutando de los beneficios de los lácteos.

Así, cada vez que consumes leche, en tu cuerpo ocurre un proceso sorprendente que transforma los alimentos en energía para crecer, aprender y realizar tus actividades diarias.

Preguntas de reflexión:

1. ¿Por qué la lactasa es importante para digerir la leche?
2. ¿Qué sucede cuando la lactosa no se digiere correctamente?
3. ¿Qué alternativas existen para las personas con intolerancia a la lactosa?
4. ¿Cómo ayuda la ciencia a mejorar los alimentos que consumimos?

Glosario:

Lactosa: azúcar natural presente en la leche.

Lactasa: enzima que ayuda a digerir la lactosa.

Enzima: sustancia que facilita procesos químicos en el cuerpo.

Intolerancia a la lactosa: dificultad para digerir la lactosa.

Ordeña: proceso de extracción de leche de la vaca.

Ubre: órgano de la vaca donde se produce la leche.

Referencias:

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). Milk and Dairy Products in Human Nutrition. FAO. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bf75d4cd-54ed-45a8-bf1b-71606320f596/content>
- MedlinePlus. (2020, 18 de agosto). Lactose intolerance [Intolerancia a la lactosa]. National Library of Medicine. <https://medlineplus.gov/genetics/condition/lactose-intolerance/>
- National Institutes of Health (2022). Lactose Intolerance. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK). Disponible en: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/digestive-diseases/lactose-intolerance>







Lectura
Científica
2026-2027

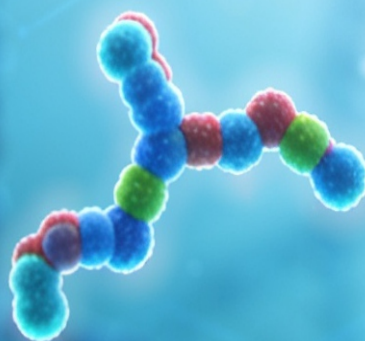
NIVEL
SECUNDARIA

BIOLOGÍA

UNIDAD I

Lectura
Científica

2026-2027





Rebeca Aneli Rueda Jasso

Facultad de Biología, UMSNH, Morelia, Michoacán.

Profesora – investigadora y divulgadora en el área de las ciencias naturales y exactas, con especial interés en temas de toxicidad y de estudios de género.

Para mí comer es un momento importante en mi día a día y supongo que para ti también.

Si además como alguno de los platillos que me gustan, balanceados y bien preparados, no solo me alimento, sino qué experimento una sensación de bienestar. Sin embargo, cuando por alguna razón como cualquier cosa, no necesariamente me nutro, solo me quito el hambre.

A veces hasta puedo sentirme contenta comiendo algunos alimentos muy sabrosos, pero estos no siempre aportan los nutrientes que mi cuerpo necesita. Comer es todo un tema y comer bien, lo es aún más.

Al comer, además de disfrutar los platillos que nos gustan, obtenemos los nutrientes y la energía necesaria para movernos, pensar, jugar, trabajar y estudiar.

Aunque, pocas veces nos detenemos a pensar en el camino que recorren los alimentos hasta llegar a nuestro plato.

En la actualidad, gran parte de lo que comemos se produce mediante la agricultura industrial. Esto significa que se siembra una misma especie de planta en grandes extensiones de terreno, en un sistema conocido como monocultivo.

Esta forma de cultivo se usa para producir enormes cantidades de alimentos en poco tiempo y abastecer a los millones de personas que habitamos el planeta.

Para que las plantas crezcan de forma rápida y uniforme, se utilizan diversas sustancias químicas. Entre las principales se encuentran los fertilizantes, que aportan nutrientes al suelo y que son absorbidos por las plantas. También se emplean otras sustancias para controlar organismos que pueden dañar los cultivos, como insectos, hongos o malezas. Estas sustancias se les conoce como insecticidas o plaguicidas, que es el nombre general, pero incluyen insecticidas (para insectos), fungicidas (para hongos) y herbicidas (para malas hierbas o malezas), entre otros, dependiendo del organismo que se busca controlar.

Algunos especialistas consideran que los fertilizantes e insecticidas son herramientas indispensables para poder producir las grandes cantidades de alimento que hoy requiere la población mundial. Pero no siempre fue así. Hace siglos, en muchas regiones del mundo, la falta de alimentos provocó grandes hambrunas que causaron la muerte de miles de personas (Fig. 1). Claro está que en esos tiempos la población mundial era mucho menor que la actual. Aún así, también hay especialistas que proponen que, mediante otras formas de producción, de distribución más equitativa de los alimentos y evitando su desperdicio sería posible alimentar a toda la población sin depender del uso de fertilizantes e insecticidas.

Hoy contamos con numerosas tecnologías agrícolas que permiten la producción de grandes volúmenes de alimentos, que antes habrían sido inimaginables. Aún así, el problema del hambre no ha desaparecido y en muchas ocasiones, la falta de alimentos no se debe a la baja producción sino a una distribución desigual de los recursos (Fig. 2). Mientras en algunos países, la población consume mucho más de lo que necesita y se presentan problemas de obesidad y otras enfermedades relacionadas con una mala nutrición, en otros lugares la comida es insuficiente, lo que también genera enfermedades y muertes. A veces, la falta de alimentos es resultado de problemas sociales, económicos y políticos e incluso guerras. Por ello, entender algunos de los problemas de la producción global de alimentos nos ayuda a comprender que el reto alimentario, no solo consiste producir más, sino hacerlo de manera justa, saludable y sostenible.



Figura 1. Hambrunas que han ocurrido en diferentes países del mundo.

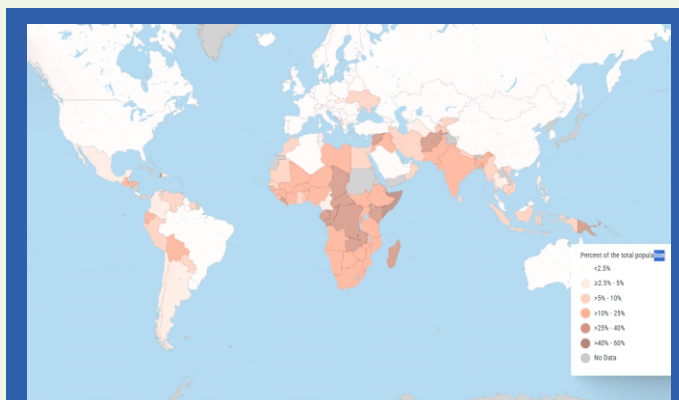


Figura 2. Mapa de desnutrición global 2022-2024 (tomado de FAO, <https://www.fao.org/interactive/hunger-map/en/>).

Uno de los problemas en la producción de alimentos que hoy te quiero presentar es el uso de fertilizantes e insecticidas, los cuales afectan la salud del ambiente y de los productores, de las comunidades cercanas a donde se desarrollan los cultivos.

Un aspecto importante a considerar es que muchos campesinos aprenden su oficio a través de la experiencia transmitida por sus familiares o miembros de la comunidad.

Por ello, si en algún momento se utilizaron productos con técnicas inadecuadas, es probable que estas técnicas se mantengan o cambien muy poco con el tiempo.

Por ejemplo, el uso de los fertilizantes e insecticidas debe realizarse con un equipo de protección adecuado, como una medida para reducir el riesgo relacionado con el contacto con estas sustancias; Desafortunadamente, los agricultores han observado que quienes les enseñaron cómo realizar los cultivos y el manejo de estos productos solo se cubrían con un paliacate la zona de la nariz y la boca, sin utilizar guantes, lentes u otro tipo de protección.

Muchos agricultores desconocen los riesgos de la aplicación de los insecticidas y fertilizantes.

Algunos de estos tienen efectos muy fuertes e incluso se han prohibido en otros países; sin embargo, en México se siguen vendiendo y aplicando.

Aunque existen leyes y reglamentos que advierten sobre los riesgos del uso de estos productos, no todos los agricultores están enterados.

En ocasiones, quienes aplican estos productos ni siquiera saben con exactitud lo que están aplicando; Aunque, las etiquetas de los productos proporcionan información importante al respecto, con frecuencia están escritas con letra muy pequeña y emplean términos técnicos difíciles de comprender. En general, son pocas las personas que han leído las indicaciones de uso. Además, es importante considerar que leerlas no siempre significa aplicarlas correctamente.

Además de la falta de información sobre el uso adecuado de fertilizantes e insecticidas, existen otros factores que también contribuyen a un manejo inadecuado de estas sustancias. Uno de ellos es la incomodidad que provoca el uso del equipo de protección.

Imagina que necesitas fumigar con un insecticida los árboles de mango. Las regiones en donde se producen estos frutos suelen ser calurosas; durante primavera y verano las temperaturas pueden alcanzar entre los 30 a 35 °C, con alta humedad; En esas condiciones, resulta muy incómodo colocarse sobre la ropa un traje plastificado que incrementa aún más la sensación de calor.

Lo que debe incluir el equipo de protección se muestra en la figura 3. Sin embargo, los agricultores solo usan gorra, generalmente para protegerse del sol y un paliacate con el que cubren la nariz y la boca.

Otras acciones que contribuyen a reducir los riesgos asociados al manejo de estas sustancias incluyen que los agricultores se laven sus manos y la cara inmediatamente después de la aplicación y al llegar a su casa se bañen para eliminar cualquier residuo que pueda permanecer en sus cuerpos. En cuanto a la ropa que usan durante la aplicación, esta debe lavarse aparte y no mezclarse con la ropa del resto de la familia, con el fin de evitar la contaminación.

Estas son algunas de las acciones que se conocen como “buenas prácticas en el uso de fertilizantes e insecticidas”.

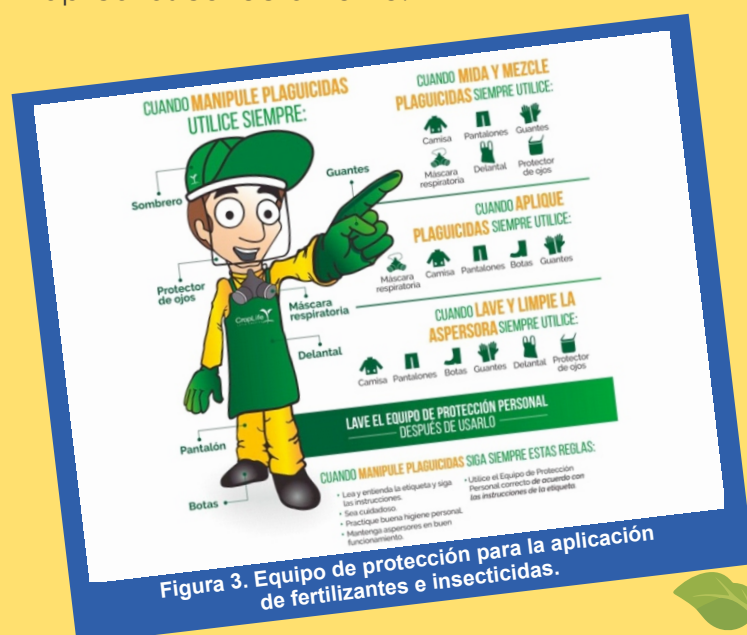


Figura 3. Equipo de protección para la aplicación de fertilizantes e insecticidas.



Sin embargo, los agricultores pocas veces las aplican y ello puede aumentar los riesgos de intoxicaciones y otros problemas de salud. Los síntomas de una intoxicación pueden llegar a confundirse con otras enfermedades; Algunos de estos síntomas se presentan incluso con cierta frecuencia, pero las personas no los identifican como intoxicación.

Entre ellos se encuentran: dolor de cabeza, palpitaciones, debilidad muscular, sudoración, salivación abundante, visión borrosa, vómitos, dolor de abdomen, irritación y picazón en la piel, ojos, nariz y garganta, entre otros. En casos extremos, la persona intoxicada puede convulsionar, perder la conciencia e incluso morir.

En el estado de Michoacán se desarrolla la actividad agrícola en sus diversas regiones. Algunos de los cultivos tienen gran importancia económica y se exportan a otros países, por ejemplo: el aguacate, los frutos rojos, los mangos, entre otros.

Esta importante producción agrícola conlleva el uso de grandes cantidades de fertilizantes e insecticidas y lamentablemente, también un alto número de intoxicaciones por su uso. Nuestro estado se ha ubicado en el cuarto lugar a nivel nacional por el número de personas intoxicadas. Por esta razón, es muy importante, que las personas que trabajan en el campo conozcan los riesgos que enfrentan y las diferentes maneras de protegerse.

Ahora tú estás enterado y puedes compartir esta información con las personas que conoces, para entre todos hacer un cambio.

Preguntas de reflexión:

1. ¿Consideras que los agricultores deben de tener capacitaciones para aprender a manejar de manera adecuada los fertilizantes e insecticidas?
2. ¿Por qué es importante que los agricultores reciban capacitaciones para el uso de fertilizantes e insecticidas?

3. ¿El que los consumidores estén enterados del uso de los fertilizantes e insecticidas aplicados en los alimentos que consumen podría cambiar su selección de alimentos?

4. ¿De qué manera?

Glosario:

Fertilizante: es una sustancia que se añade al suelo para proporcionar nutrientes a las plantas y favorecer su crecimiento y desarrollo.

Insecticida: es una sustancia que se utiliza para eliminar o controlar insectos u otros organismos que dañan a los cultivos o plantas e incluso a los alimentos cuando están almacenados.

Maleza: se trata de plantas que crecen en lugares no deseados y que compiten con los cultivos por agua, luz y nutrientes, afectando su crecimiento y producción.

Plaguicidas: son sustancias que se utilizan para prevenir, controlar o eliminar organismos que dañan los cultivos, los alimentos o la salud humana. Este termino es más amplio que insecticida.

Fungicidas: se trata de sustancias que sirven para prevenir o eliminar hongos que dañan a las plantas o cultivos.

Herbicidas: sustancia que se utiliza para controlar o eliminar malezas que crecen junto a los cultivos.

Referencias:

Badii, M. H., y Varela, S. (2008). Insecticidas organofosforados: efectos sobre la salud y el ambiente. CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, 5(28), 5-17.

Sánchez, E. D. T., Gutiérrez, C. A. F., Jasso, J. H. T., Uribe, E. R., y Flores, J. S. (2024). Exposición laboral a plaguicidas y la salud en agricultores Ciénega, Jalisco, México.: Agricultores expuestos a plaguicidas. Revista Bio Ciencias, 11.

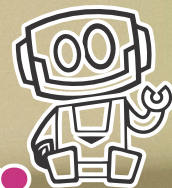
Sunta, I. F. V., y Calero, W. M. (2022). Efectos de los plaguicidas sobre la salud humana en una comunidad de agricultores. Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies, 3(5), 229-238.

ECOLOGÍA

UNIDAD 2



Lectura
Científica



2026-2027



La ciudad que escuchó la lluvia

Denise Montserrat Bautista Urbina

Estudiante de maestría e investigadora en formación interesada en el cuidado del agua. Su trabajo se enfoca en el diseño de sistemas de captación de lluvia y en el uso de sensores para monitorear la calidad del agua. Le apasiona acercar la ciencia ambiental a estudiantes y comunidades.

Liliana García Romero

Ingeniera civil con doctorado en ingeniería del agua y medio ambiente, dedicada a la docencia y la investigación en el ámbito de los recursos hídricos. Su trabajo se centra en el análisis hidrológico, la variabilidad climática y la gestión sostenible del agua, con especial interés en problemáticas como inundaciones y disponibilidad hídrica. Cuenta con una sólida trayectoria académica y producción científica orientada a fortalecer el conocimiento y la toma de decisiones en el sector hídrico.

Cuando empieza a oler a tierra mojada, todos anticipamos lo que está por venir. El cielo parece abrir una llave invisible, la primera gota cae sin hacer ruido, luego otra y otra más.

En cuestión de minutos, miles de gotas comienzan a golpear azoteas, patios, banquetas y ventanas. Durante un breve instante, la ciudad respira de manera distinta; es como si el calor se calmara y todo se refrescara. Pero entonces, ocurre algo que casi nadie nota, el agua corre por las pendientes de los techos, baja por canaletas, se desliza a través de tuberías y finalmente desaparece en las alcantarillas.

En menos de una hora, lo que pudo haberse almacenado se mezcla con el drenaje y se pierde. La lluvia termina, y con ella también desaparece una oportunidad que nadie detuvo.

Si bien, existen fuentes de agua superficiales en Michoacán, por ejemplo, **el Lago de Pátzcuaro**, que no es solo un paisaje hermoso; es parte de nuestra identidad; A lo largo de la historia, ha sido fuente de alimento, cultura y sustento desde tiempos antiguos. Las comunidades purépechas aprendieron a convivir con él, a respetarlo y cuidarlo.

Al mismo tiempo, bajo la superficie de la ciudad ocurre otra historia menos visible. Debajo del suelo que pisamos todos los días, se encuentran los acuíferos, que son enormes reservas subterráneas que guardan agua acumulada durante años e incluso décadas. En muchos casos, el agua que llega a los hogares proviene de estas fuentes subterráneas o de cuerpos de agua superficiales, a partir de los cuales se extrae el recurso hídrico para satisfacer las necesidades humanas. Sin embargo, estas fuentes de abastecimiento no se recargan con la misma rapidez con la que son explotadas, es como si estuviéramos gastando más dinero del que entra en nuestra cuenta.

Ante este escenario, surge una pregunta fundamental: si el agua es un recurso cada vez más limitado, ¿por qué dejamos escapar la que proviene del cielo?



Cuando una persona toma agua de un garrafón o abre la llave para lavarse las manos, pocas veces reflexiona sobre el largo viaje que el agua recorrió para estar ahí disponible.

Antes de llegar al hogar, el agua fue extraída desde alguna fuente de abastecimiento, transportada por kilómetros de tuberías y tratada cuidadosamente para garantizar su calidad. Sin embargo, cada temporada de lluvias, miles de litros caen sobre las ciudades sin ser aprovechados. Es como si cada tormenta tocara la puerta...y nadie respondiera.

En la historia de México, las culturas originarias entendían profundamente el valor del agua. Los pueblos purépechas, por ejemplo, mantenían una relación de respeto con los lagos y manantiales, conscientes de que el agua representaba vida, alimento y equilibrio para sus comunidades. ¿Y si hoy pudiéramos recuperar esa idea, pero combinando la ciencia y la tecnología?

La propuesta parece sencilla, si captamos el agua que cae sobre un edificio, la almacenamos, después la tratamos y finalmente la usamos, entonces podríamos complementar el consumo diario; Así comenzó el diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia, también llamado SCALL (Téllez-Quintanar et al., 2022). Este sistema puede entenderse como una especie de “embudo inteligente” que no solo guarda agua, sino que la transforma.

Pero existe una duda importante ¿Se puede beber el agua de lluvia? Cuando el agua se forma en las nubes es relativamente limpia, no obstante, al caer hacia la superficie terrestre atraviesa el aire de la ciudad y pasa por las azoteas, donde puede recoger polvo o pequeñas partículas. Por esta razón, no es recomendable consumirla directamente sin un tratamiento previo.. Para su aprovechamiento, necesita pasar por un proceso de tratamiento, como cuando colamos el café para quitar el grano molido. En primer lugar, se debe descartar la denominada primera lluvia, ya que es la que arrastra más suciedad; Posteriormente, el agua recolectada pasa a través de sistemas de filtración que permiten retener partículas de menor tamaño. Después de esta etapa, se requiere un proceso de desinfección orientado a eliminar microorganismos que no son visibles a simple vista. Finalmente, se analiza su calidad para corroborar que sea segura, con base en lo que marca la normativa oficial mexicana para agua potable (Secretaría de Salud, 2021).

Es aquí donde ocurre algo fascinante. En el proyecto que estamos desarrollando, el agua también es observada por pequeños "guardianes electrónicos", los sensores, que son aparatos que miden características como:

- Qué tan clara está el agua (turbidez).
- Si el agua es ácida o neutra (pH).
- La cantidad de minerales que contiene (Sólidos Disueltos Totales).

Este proceso, funcionan como un chequeo médico constante. Si algo cambia, el sistema puede detectarlo casi en tiempo real. Es como si cada gota tuviera un pequeño laboratorio vigilándola, así no sólo captamos el agua, también la escuchamos. La tecnología no reemplaza nuestra responsabilidad, pero sí contribuye a tomar decisiones informadas para el aprovechamiento del agua.

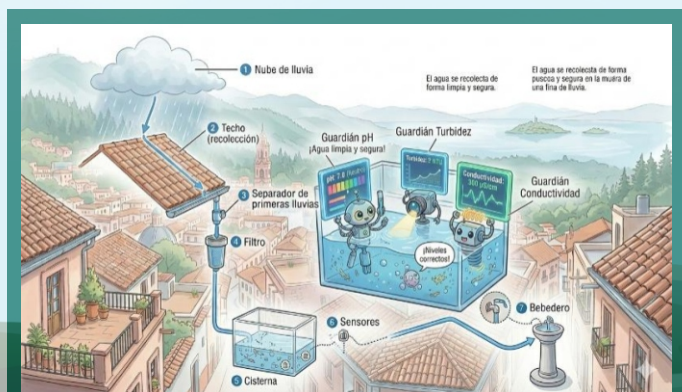


Figura 2. Etapas de SCALL automatizado.
Imagen generada con Gemini.

Ahora imagina los usos que le puedes dar al agua cuando se conocen sus características y calidad. En un edificio escolar, por ejemplo, este sistema automatizado puede emplearse para beber agua de la lluvia. Eso significa menos extracción de las fuentes de abastecimiento, menos presión sobre el subsuelo y más conciencia.

De igual manera, es necesario entender que, el cambio climático está modificando los patrones de lluvia, es decir, a veces llueve menos; otras veces llueve más fuerte en poco tiempo ¿lo habías notado? Ante este contexto, almacenar agua cuando está disponible se convierte en una estrategia para prepararnos para el futuro, así la lluvia deja de ser un evento pasajero y se convierte en una oportunidad.

Imaginemos, por ejemplo, que cada escuela en Michoacán contara con su propio SCALL.

La presión sobre fuentes de abastecimiento superficiales como el Lago de Pátzcuaro sería menor, los acuíferos podrían recuperarse y lo más importante, la lluvia dejaría de ser un visitante olvidado.

La próxima vez que llueva, escucha el sonido de las gotas al caer sobre el techo, imagina que cada una es una moneda que se deposita en una alcancía natural, ¿La dejarías rodar por la banqueta o buscarías la forma de guardarla?

La ciencia no vive únicamente en los laboratorios, vive en las preguntas que hacemos, en los experimentos sencillos y en la curiosidad de quienes se atreven a imaginar soluciones.

El futuro del agua no depende únicamente de grandes presas o infraestructuras gigantescas, también depende de niñas y niños, como tú, que decidan convertirse en guardianes de la lluvia. Porque cada gota cuenta y cada comunidad puede construir su propio camino hacia un uso más responsable del agua.

Misión: Guardianes de la lluvia

En la próxima temporada de lluvias, te proponemos una misión sencilla:

Coloca una cubeta limpia bajo un techo o una canaleta (siempre con la supervisión de un adulto). Observa cuánta agua puedes recolectar en una sola lluvia.

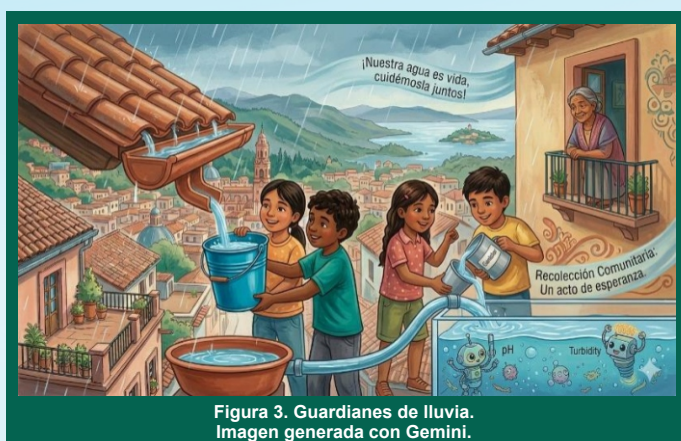
Después, reflexiona: ¿cuántas cubetas se podrían llenar en una tormenta fuerte? ¿Cuánta agua podría almacenarse si toda la escuela participara?

Si es posible, mide cuánta agua juntaste usando una botella graduada o una regla. Observa si el agua está clara o turbia y pregúntate qué necesitaría para poder usarse.

Habla con tu familia o maestros sobre la posibilidad de construir un pequeño sistema de captación de agua de lluvia en casa o en la escuela.

Puede comenzar con algo sencillo: un recipiente limpio y una tapa para evitar que el agua se ensucie.

Recuerda: con pequeñas acciones se pueden lograr grandes cambios.



Preguntas de Reflexión:

Cuando llueve en tu escuela o en tu casa, observa:

- 1.- ¿hacia dónde va el agua?
- 2.- ¿Qué cambiaría si cada edificio captara una parte de la lluvia que recibe?
3. ¿Crees que la tecnología puede ayudarnos a cuidar mejor el agua?
4. ¿Qué tradiciones o enseñanzas de tu comunidad hablan sobre el respeto por el agua?

Glosario:

Acuífero: Depósito natural subterráneo donde se almacena agua que puede extraerse mediante pozos.

Monitoreo en tiempo real: Seguimiento continuo de una característica o parámetro mediante sensores que registran datos de manera inmediata.

pH: Indicador que muestra si el agua es ácida, neutra o alcalina.

SCALL: Sistema de Captación de Agua de Lluvia; conjunto de elementos que permiten recolectar, filtrar, almacenar y utilizar el agua pluvial.

Turbidez: Medida que indica qué tan clara o turbia está el agua y refleja la presencia de pequeñas partículas suspendidas.

Referencias:

Kamble, R., Shah, M., & Padhye, L. (2023). Low-cost sensors in water quality monitoring: Review and perspectives. *Water Science and Technology*, 88(3), 511–521. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.142>

Llopart-Mascaró, C., Ruiz, F., Martínez, C., Malgrat, P., & Rusiñol, J. (2010). Analysis of rainwater quality: Towards sustainable rainwater management in urban environments. 7th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies for Urban Water Management.

Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Calidad del agua*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Secretaría de Salud. (2021). NOM-127-SSA1-2021: Agua para uso y consumo humano Límites permisibles de calidad y tratamientos. Diario Oficial de la Federación.

Téllez Quintanar, C., et al. (2022). ¿Cómo hacer un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) en mi escuela? Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <https://doi.org/10.24850/b-imta-2022-06>



Un equipo sorprendente

La cooperación entre

BACTERIAS

Miriam Judith Zavala Alcocer

Bióloga / Estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable en el Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional Unidad Michoacán, Jiquilpan, Michoacán.

María Dolores Rodríguez Torres

Dra. en Ciencias en Biotecnología de Plantas. Adscrita al CIIDIR IPN Unidad Michoacán y profesora de la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable.

¿Sabías que el suelo está vivo?

En este viven una infinidad de microorganismos, es decir, seres pequeñísimos que nuestro ojo no puede ver, pero, gracias a la ciencia es posible verlos y estudiarlos en un laboratorio. Dentro de los seres pequeños que podemos encontrar se encuentran las bacterias, algunas de estas ayudan a las plantas a crecer, nutrirse y defenderse de sus enemigos.

Las bacterias son consideradas entre las formas de vida más antiguas de la Tierra, ya que aparecieron hace más de 3,500 millones de años y han desarrollado múltiples mecanismos que les permiten interactuar y adaptarse a otras formas de vida, logrando así persistir en un entorno dinámico que, en un principio, estuvo dominado únicamente por ellas.

Las bacterias viven en diferentes ambientes, desde un bosque hasta un desierto, desde una semilla hasta una planta o desde una hormiga hasta un elefante, y todas tienen una función en su ambiente, formando comunidades muy organizadas.

Así como son diversos los ambientes en que viven las bacterias, la diversidad y el número de éstas también es enorme. Por ejemplo, se ha hecho la comparación del número de estrellas que existen en el universo conocido y el número de bacterias en los océanos y ¿qué crees? El número de bacterias en los océanos supera con mucho el número de estrellas. Y si lo comparas con el número de bacterias que hay en una cucharadita de suelo, hay el mismo número de bacterias que habitantes en el continente africano.

En el suelo habitan diversas bacterias, algunas de las cuales tienen la capacidad de beneficiar notablemente a las plantas. Estas bacterias pueden favorecer que las plantas crezcan más y alcancen mejor la luz solar, desarrollar raíces más largas que les permitan acceder a agua y nutrientes en zonas profundas del suelo, e incluso estimular la producción de compuestos responsables de su color y aroma característicos.

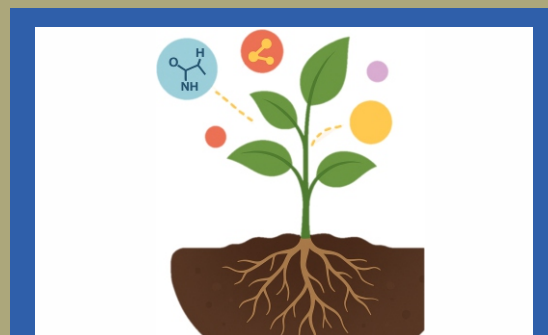


Ilustración 1. Efectos de las bacterias en las plantas. Ilustración generada con IA.

¿Es mejor solo o acompañado?

La vida solitaria puede llegar a ser aburrida, triste e incluso cansada. Pero ¿A quién no le da miedo llegar a un lugar donde no conoce a nadie? Puede que no te lleves bien con las personas que se encuentran en el lugar o incluso tú no te sientas a gusto. Esta misma situación le puede pasar a las bacterias viviendo en el suelo, ya que pueden no ser compatibles con los otros seres viviendo ahí o incluso no encuentre un lugar cómodo para empezar a sobrevivir, dando como consecuencia que el poder de la bacteria se pierda. Una solución a este problema es formar un equipo de bacterias con diferentes características, pero para esto es muy importante considerar que sean compatibles evitando que se peleen por la misma comida o espacio, funcionando juntas como un todo.

Por ejemplo, cuando la maestra les pide formar un equipo para realizar una maqueta, normalmente te juntas con tus amigos ¿no?, pues ya sabes que con ellos puedes contar para realizar un buen trabajo sin complicaciones; y esto lo sabes gracias a que durante todo el año escolar te han tocado diferentes compañeros en los equipos, has tratado con diferentes personalidades, ideas e incluso has llegado a tener conflictos con algunos. Pero gracias a esta travesía a lo largo de muchos equipos ya estás seguro con quien funcionas y trabajas eficientemente. Así como los humanos las bacterias son muy sociales, por lo que para conocer qué tan compatibles son trabajando en equipo se comienzan a juntar primero por parejas, se comunican entre ellas y si se llevan bien ya se considera como un equipo viable, después se agregan más miembros para observar si hay cooperación en el equipo o si fue un completo fracaso.

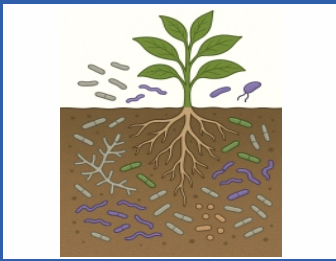


Ilustración 2. Un equipo de bacterias cooperando.
Ilustración generada con IA

Y te preguntaras ¿Cómo sabremos si las bacterias son compatibles en el equipo? Pues al igual que tu equipo escolar en el que se reúnen, opinan, hacen manualidades y finalmente una maqueta bien hecha; las bacterias se comunican entre ellas para trabajar apoyándose para crear una nueva función que no hacen cuando se encuentran solitas. Una de las funciones más sorprendentes que son capaces de hacer en el equipo es formando una biopelícula, es decir, una capa protectora para la raíz de las plantas que funciona como una burbuja en la que se encapsula agua manteniendo fresca e hidratada a la planta cuando hace mucho calor.

A su vez, también pueden formar un escudo gigante que les permite defenderse contra bichos malos que quieren atacar a la planta, permitiendo a la plantita crecer sana y salva.

Juntos somos uno mismo

El trabajar solo es solitario y cansado, puede que te esfuerces de más y los resultados no sean los mejores, de ahí la importancia de la cooperación en un equipo.

Todos los seres vivos necesitamos de interacción y comunicación para desarrollarnos, no solo los seres humanos, sino también los microorganismos. Estas interacciones permiten formar vínculos para ayudarse los unos a los otros por un mismo objetivo: sobrevivir.

De manera similar, en un equipo es vital el apoyo entre los miembros, en el caso de las bacterias para ayudar a las plantas a sobrevivir en ambientes difíciles como la sequía o cuando se encuentra en peligro por enemigos naturales.

Así que, comprender el valor del trabajo en equipo permite reconocer que la cooperación no solo mejora los resultados, sino fortalece la amistad y respeto para afrontar desafíos y compartir logros, tanto en el ámbito académico y en la vida diaria.



Ilustración 3. Bacterias cooperando para proteger a la planta.
Ilustración generada con IA

Preguntas de reflexión:

1. ¿En dónde se pueden encontrar las bacterias?
2. ¿Cuáles son algunas funciones que desempeñan las bacterias en las plantas?
3. ¿A qué problema se enfrentan las bacterias en el suelo, y como lo pueden afrontar?
4. ¿Qué funciones desarrollan las bacterias en un equipo, y cómo ayudan a las plantas?

Glosario:

Bacteria: Forma de vida tan pequeño que no puede observarse a simple vista y que requiere un microscopio para ser visto.

Microorganismo: Organismo que solo puede verse bajo un microscopio, incluyen las bacterias, los protozoos, las algas y los hongos.

Biopelícula: Capa de bacterias u otros microbios que crecen y se adhieren a la superficie de una estructura.

Comunidades: Grupo de organismos que interactúan y que pueden ser de la misma especie o no, siempre que compartan un hábitat común.

Referencias:

Cómo las bacterias promueven el crecimiento y la salud de las plantas. A. Arturo Guevara García, Salvador Barrera Ortiz y Karina A. Balderas Ruíz. Este texto se obtuvo desde: <https://biotecmov.ibt.unam.mx/numeros/33/4.html>.

Flemming, H. C., Wingender, J., Szewzyk, U., Steinberg, P., Rice, S. A., & Kjelleberg, S. (2016). Biofilms: An emergent form of bacterial life. In *Nature Reviews Microbiology* (Vol.14, Issue 9, pp. 563–575). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.94>

Großkopf, T., & Soyer, O. S. (2014). Synthetic microbial communities. In *Current Opinion in Microbiology* (Vol. 18, Issue 1, pp. 72–77). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2014.02.002>

Jing, J., Garbeva, P., Raaijmakers, J. M., & Medema, M. H. (2024). Strategies for tailoring functional microbial synthetic communities. *ISME Journal*, 18(1). <https://doi.org/10.1093/ismej/wrae049>

McCully, L. M., Bitzer, A. S., Seaton, S. C., Smith, L. M., & Silby, M. W. (2019). Interspecies Social Spreading: Interaction between Two Sessile Soil Bacteria Leads to Emergence of Surface Motility. *mSphere*, 4(1). <https://doi.org/10.1128/msphere.00696-18>



LA ACTIVIDAD DE LA GALLINA CIEGA

Plácido Augusto Colín Macedo

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, UNAM. Licenciado en Ecología y estudiante de doctorado en ciencias biológicas en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia. Interesado en la evaluación de potenciales efectos toxicológicos y ecológicos del uso de nanopartículas en invertebrados y su ambiente.

¿Serán las gallinas ciegas una amenaza tan seria para los cultivos de maíz?

Los cultivos de maíz están bajo amenaza por una larva que se llama gallina ciega y es un insecto.

Pero, ¿qué es un insecto? Los insectos son animales pequeños sin huesos, los llamados invertebrados. Tienen el cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. Además, tienen seis patas, antenas y, a menudo, alas. Son los animales más numerosos del mundo y se caracterizan por tener un caparazón duro, el exoesqueleto, y por nacer de huevos.

Los gusanos o larvas, conocidos comúnmente como “gallinas ciegas”, tienen diversos nombres, como **nixticuil**, gusano blanco, **orontoco**, **chabote** o **mojojoy**. Estas larvas son un conjunto de especies de insectos plaga que ocasionan muchas pérdidas económicas, ya que provocan la muerte de muchas plantas de diferentes cultivos a lo largo y ancho de nuestro país.

Dentro del conjunto de “gallinas ciegas” existen diversas especies pertenecientes a géneros como **Phyllophaga**, **Macroductylus**, **Cyclocephala**, **Anomala** y **Diplotaxis**, siendo las más relevantes por su abundancia y frecuencia.

En México, el maíz es sumamente importante porque es uno de los principales alimentos que consumimos a diario. Es necesario destacar que no solo representa un alimento; en muchas de nuestras culturas indígenas, como la maya, zapoteca o mixteca, el maíz es un símbolo de vida, de identidad y un elemento divino en la creación humana.

Sin embargo, hay otro tipo de consumidores de dicho alimento que no son humanos como nosotros y no les interesan esas cosas, ni el delicioso elote. Estos otros pequeños consumidores son las larvas de gallina ciega, que viven debajo del suelo alimentándose de la raíz del maíz durante muchos meses para sobrevivir y crecer.

“Gallinas ciegas” es como el apodo que se le puede dar a este grupo de diferentes insectos que, durante una etapa de su vida, son larvas y, meses después, se transforman en escarabajos. Así como nosotros nacemos siendo bebés y conforme crecemos somos niños, adolescentes y adultos, las gallinas ciegas empiezan siendo un huevo. Luego eclosionan como pequeñas larvas y, al alimentarse de las raíces, llegarán a ser unos escarabajos que podrán caminar y volar.

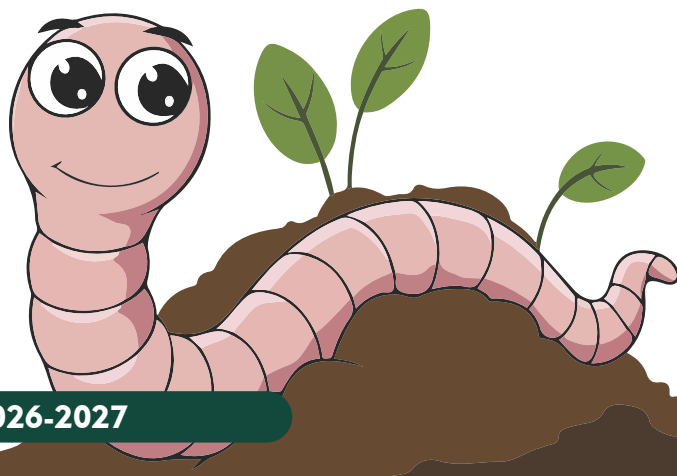
Todas las gallinas ciegas comparten la similitud de alimentarse de las raíces de las plantas, sobre todo las que cultivamos. Desafortunadamente, estas larvas son un problema todos los años para los agricultores y para nosotros por las pérdidas que representan en distintos ámbitos. Sin embargo, la realidad es que ellas han vivido en esos lugares desde mucho antes que nosotros y solamente comen para poder sobrevivir.

Para resolver este problema, nosotros usamos químicos como los pesticidas, que son malos para nuestra salud y la de otros animales y plantas. El problema es que las gallinas ciegas no son los únicos seres vivos presentes en esos cultivos.

Hay otras especies, como nematodos, bacterias, hongos y otros escarabajos, que cumplen un papel o rol importante en ese lugar. Por ejemplo, los nematodos son unos gusanitos diminutos, casi invisibles, que tienen forma de hilos o anguila y que viven en la tierra, en el agua y dentro de plantas o animales.

En este caso, los nematodos se alimentan de las gallinas ciegas. Actúan como un “invitado no deseado” que entra al cuerpo de la gallina ciega sin pedir permiso y le ocasiona una enfermedad que nunca se cura. Todo esto lo puede hacer el nematodo gracias a que tiene amigas bacterianas que viven como “invitados sí deseados” dentro de él y le ayudan a enfermar a la larva.

Pero el nematodo no es el único interesado en alimentarse de las gallinas ciegas. Otros interesados son los hongos. No son como la seta, el champiñón o el huitlacoche que seguro te has comido, y no forman esos cuerpos tan atractivos y visibles. Estos hongos forman conjuntos de “hilos” llamados micelios y esporas que les sirven para enfermar a las gallinas ciegas.



A diferencia de los nematodos y las bacterias, los hongos son unos aprovechados, ya que llegan y les pueden quitar su comida a los nematodos y bacterias. Como puedes leer, todos ellos están compitiendo por comerse a la gallina ciega y, afortunadamente, siempre hay muchas en la tierra.

El problema es que los pesticidas que usan los agricultores pueden matar a las gallinas ciegas y, por ende, muchas especies que se alimentan de ellas pueden morir por falta de alimento.

Esta es una consecuencia de que las especies que viven en el suelo están conectadas entre sí por algo que se conoce como la cadena alimenticia: la planta es capaz de hacer su propio alimento, habrá unos animales que se alimenten de ella, conocidos como herbívoros, y los depredadores o parásitos se comerán a los herbívoros. ¡Así de fascinante puede ser un cultivo de maíz y la convivencia entre todas esas especies!

Entonces, ¿por qué son tan importantes las gallinas ciegas? ¿Por qué no son realmente un “problema”?

El secreto bajo el suelo del maíz

Como mencionamos, los agricultores se enojan porque las gallinas ciegas se comen las raíces de maíz. Pero, ¿sabías que son unas trabajadoras secretas muy importantes para que el campo esté sano?

Son como pequeños tractores moviéndose y cavando túneles todo el tiempo. La relevancia de hacer estos caminos es que aflojan el suelo duro. Esto funciona como un sistema de tuberías natural que permite que el agua de la lluvia y el aire entren más profundo. Gracias a ellas, raíces como las del maíz pueden “respirar” y beber agua mucho mejor.

Son como pequeños tractores moviéndose y cavando túneles todo el tiempo. La relevancia de hacer estos caminos es que aflojan el suelo duro. Esto funciona como un sistema de tuberías natural que permite que el agua de la lluvia y el aire entren más profundo. Gracias a ellas, raíces como las del maíz pueden “respirar” y beber agua mucho mejor.

Aunque a veces comen raíces vivas, su trabajo principal es comer materia orgánica muerta, cumpliendo el papel de recicladoras de la naturaleza al alimentarse de hojas secas, raíces viejas y pedacitos de madera enterrados. Al comer esa “basura” de la naturaleza y digerirla, la devuelven al suelo en forma de nutrientes (popó de escarabajo). Básicamente fabrican vitaminas naturales para que las plantas crezcan fuertes (abono).

Además, las gallinas ciegas son un alimento delicioso y lleno de energía para otros habitantes del suelo. Son la comida favorita de nematodos, bacterias, hongos, ratones, pájaros, ranas y otros insectos más grandes. Si desaparecieran todas las gallinas ciegas, muchos de estos animales se quedarían sin comer y también podrían desaparecer.

Finalmente, la vida puede ser un rompecabezas donde un cultivo de maíz no solo es un montón de plantas: es una comunidad donde todos dependen de todos. Cada planta, animal y bicho es una pieza de este gran rompecabezas. Si quitamos una pieza solo porque a veces nos molesta, el rompecabezas se desarma. Todas las especies tienen un trabajo especial que hace que la naturaleza funcione en equilibrio.

A veces juzgamos a los animales por su apariencia o porque hacen cosas que no entendemos, como morder las raíces. Pero la historia de las gallinas ciegas nos enseña que en la naturaleza no hay “villanos”. Todos, desde el insecto más pequeño hasta animales diminutos como los nematodos, seres microscópicos como las bacterias y hongos, o el maíz más alto, forman una red.

Imagina que el cultivo de maíz es esa gran red tejida con muchos hilos. Las gallinas ciegas son uno de esos hilos importantes. Si cortamos uno de esos hilos, la red se debilita, el suelo se vuelve duro y otros animales se quedan sin comer. Toda forma de vida merece respeto porque sostiene a las demás.





Preguntas de reflexión:

- 1.- Si fueras una gallina ciega, ¿cuál sería tu parte favorita de trabajar debajo del suelo todo el día?
- 2.- ¿Qué le pasaría al suelo del maíz si las gallinas ciegas dejaran de hacer sus túneles secretos?
- 3.- A veces nos asustan o no nos gustan los insectos porque se ven diferentes a nosotros. Después de conocer la historia de las gallinas ciegas, ¿qué le dirías a alguien que quiere lastimar a un bicho solo por ser un bicho?
- 4.- ¿Cómo ayuda una larva de gallina ciega a otros animales?

Glosario:

Esporas: son como supercápsulas pequeñas de supervivencia de los hongos y algunas plantas para reproducirse y viajar por el aire hasta encontrar un nuevo lugar donde crecer.

Micelios: "red de internet" subterránea e invisible que conecta a los bosques, formada por hilos finitos llamados hifas. Es el verdadero cuerpo del hongo; las setas son solo su "fruto".

Pesticidas: son "medicinas" que se rocían sobre las plantas y frutas para protegerlas de insectos molestos y enfermedades, permitiendo que crezcan sanas y grandes.

Referencias:

- Chandrakasan, G. Nematodos entomopatógenos.
- Fragoso, C., Castillo, P. R., & Rojas, P. (2001). La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (Es1), 1-10.
- García Hernández, J., Leyva Morales, J. B., Martínez Rodríguez, I. E., Hernández Ochoa, M. I., Aldana Madrid, M. L., Rojas García, A. E., ... & Perera Rios, J. H. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. CONACYT.
- Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of invertebrate pathology*, 132, 1-41.
- Rojas-Gutiérrez, L., Martínez-de Jesús, G., Neria-González, M. I., Cuapio, A. A., & Martínez-Trujillo, M. A. (2025). Plagas bajo control biológico: protección de nuestros cultivos utilizando hongos entomopatógenos. *Biognosis*, 19-26.
- Romero-López, A. A., Morón, M. A., Aragón, A., & Villalobos, F. J. (2010). La "gallina ciega" (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) vista como un "ingeniero del suelo". *Southwestern Entomologist*, 35(3), 331-343.
- Sánchez-Bayo, F. (2011). Impacts of agricultural pesticides on terrestrial ecosystems. *Ecological impacts of toxic chemicals*, 2011, 63-87.



El suelo

se

agota

¿Qué vamos a comer mañana?

América Baleón Sepúlveda

Laboratorio de Microbiómica, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM, Morelia, Michoacán

Bióloga, Maestra y candidata a Doctora en Ciencias Biológicas por la UNAM. Profesora de Asignatura en la Facultad de Ciencias y ENES Morelia. Publicaciones en revistas indizadas y de divulgación, y participación en congresos y simposios nacionales e internacionales.

Yunuen Tapia Torres

Laboratorio de Microbiómica, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM, Morelia, Michoacán

Ingeniera bioquímica, Maestra y Doctora en Ciencias Biológicas por la UNAM. Profesora asociada C, SNI II. Ha impartido 58 cursos, dirigido tesis, es autora de 17 artículos científicos y de divulgación. Actualmente directora de la ENES Morelia.

¿Te has detenido a pensar de dónde vienen los alimentos que comemos? Tal vez la respuesta más lógica es que vienen de una tienda, un mercado o un refrigerador lleno de alimentos. Sin embargo, la historia comienza mucho antes, en un lugar que probablemente no es observado con atención: el suelo. El suelo es un espacio complejo y lleno de vida que hace posible que tengamos alimentos en nuestros hogares todos los días.

Seguramente ahora piensas que cuando has observado o jugado en el suelo no ves más que un montón de tierra, sin embargo, el suelo es todo un mundo, es un sistema natural que está formado por minerales, rocas, agua, aire y materia orgánica. En el suelo existe una diversidad enorme de seres vivos, algunos de ellos que seguramente conoces como los insectos y otros que son invisibles a nuestros ojos como las bacterias y los hongos. Sabemos que en una sola cucharada de suelo se encuentran millones de microorganismos, seres que, aunque no podemos ver a simple vista realizan funciones necesarias para los ecosistemas como descomponer restos de plantas y animales, liberar nutrientes y ayudar a que las plantas tengan los elementos necesarios para poder crecer.

Imagina al suelo como una casa, en ella viven millones de seres vivos, cada uno tiene una función, igual que en una familia. En una casa contamos con todos los elementos que necesitamos para vivir, como agua caliente, techo, un lugar para descansar, comer y convivir, de la misma forma en el suelo encontramos agua, aire y nutrientes que permiten que las raíces crezcan y las plantas se desarrollen, así como una gran familia de organismos que contribuyen para que la casa se mantenga en el mejor estado posible.

Imagina ahora una casa sin cocina, alacena o refrigerador. ¡No habría alimentos! y sin alimentos no podemos vivir. De la misma forma, sin el suelo y sin nutrientes las plantas no pueden crecer. Algunas plantas son cultivadas con el objetivo de ser utilizadas en nuestra alimentación, cultivos como el maíz, el trigo, el arroz, los frijoles, las frutas y las verduras son la base de la alimentación humana.

Cada país tiene una alimentación distinta, en México, el maíz es un alimento básico que forma parte de la dieta diaria de miles de personas. Usamos el maíz en muchos alimentos, desde una tortilla, hasta un pozole o una bebida refrescante.

Pero, para que el maíz crezca fuerte y produzca buenas mazorcas y granos, se necesita un suelo fértil y sano. Si el suelo pierde sus nutrientes, la producción disminuye y es de baja calidad, lo que se puede reflejar en impactos sobre nuestra salud.

Cuando los suelos presentan deficiencias de algunos nutrientes, por ejemplo, hierro (Fe) y zinc (Zn) el maíz que crece en ellos también contiene cantidades bajas de estos elementos. En los humanos, la falta de hierro puede provocar anemia, que causa cansancio y dificultad para concentrarse, mientras que la deficiencia de zinc debilita el sistema inmune, lo que aumenta el riesgo a enfermedades, este ejemplo sucede en algunas poblaciones en nuestro país, en donde el problema es grave debido a que las dietas dependen casi exclusivamente del maíz, así lo que comienza como un problema del suelo, termina afectando directamente la salud humana.

El ejemplo anterior representa uno de los principales problemas alimentarios en el mundo actualmente: el hambre oculta, que se refiere no a la falta de alimentos, sino a la falta de alimentos de calidad (Figura 1), lo cual significa alimentos con bajo contenido de nutrientes.

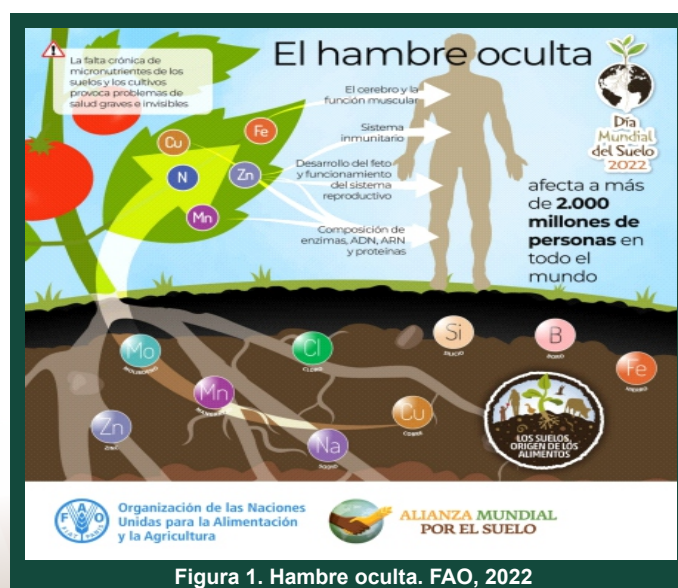


Figura 1. Hambre oculta. FAO, 2022

Según algunas estimaciones, más del 95% de los alimentos que consumimos provienen de manera directa o indirecta del suelo, esto significa que para que logremos consumir alimentos de calidad debemos asegurar el buen estado del suelo también.

Lamentablemente, los suelos enfrentan muchos problemas, uno de los principales es la degradación, que es el estado en el cual el suelo pierde su calidad y su capacidad para producir alimentos. Lo anterior nos pone en una situación muy peligrosa, ya que si no podemos producir suficientes alimentos nuestra seguridad alimentaria está en riesgo.

La seguridad alimentaria se refiere a la posibilidad de tener acceso a alimentos suficientes, es decir a no pasar hambre.

La degradación del suelo es causada por diversas razones, por ejemplo, el uso no regulado de químicos, la deforestación y la contaminación.

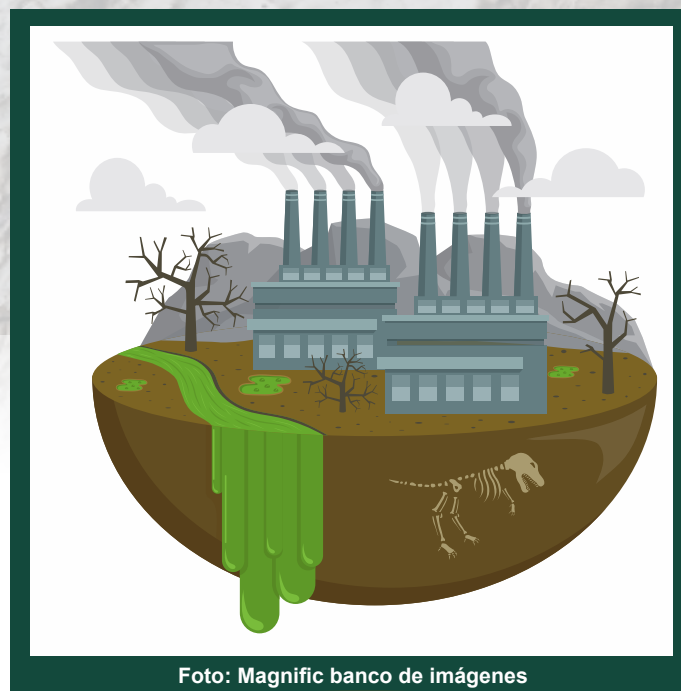
En las zonas agrícolas en las que cultivamos los alimentos que comemos, el uso excesivo de agroquímicos para la producción como fertilizantes y pesticidas puede alterar el equilibrio químico del suelo y con ello los ciclos biogeoquímicos, indispensables para incorporar nutrientes de manera natural al suelo, además, este tipo de prácticas afectan la abundancia y diversidad de los organismos que ahí habitan y por lo tanto modificando o alterando las funciones que desempeñan, como descomposición de materia orgánica, mineralización de moléculas orgánicas o solubilización.

Adicionalmente a los efectos del manejo agronómico sobre una parcela, otras transformaciones como el cambio de uso de suelo, tienen la capacidad de aumentar la degradación del suelo a nivel de paisaje. Un ejemplo claro de esto es la deforestación, es decir, la tala de árboles que afecta las

condiciones del suelo al quedar expuesto y perder nutrientes, además de que los espacios pierden conectividad, al generarse un efecto de islas en una región, lo que dificulta el paso de fauna y modificar las condiciones microclimáticas de un sitio y las conexiones que se mantienen dentro de un ecosistema.

Sumado a lo anterior, un suelo en donde no se cuida la cobertura vegetal se encuentra expuesto y descubierto y por lo tanto, es susceptible a erosión. La erosión es un proceso que ocurre cuando el viento o el agua arrastran la capa superficial del suelo, con el tiempo este arrastre o pérdida de suelo puede convertir áreas que en algún momento fueron productivas y fértiles en terrenos no aptos para la producción de alimentos.

Finalmente, uno de los principales problemas para los suelos en la actualidad es la degradación asociada a la contaminación. Existen contaminantes como los aceites, productos químicos y sus residuos que pueden afectar a los microorganismos del suelo e incluso transferirse a los alimentos que consumimos, como es el caso de los microplásticos.



A pesar de los desafíos que enfrenta el suelo, también es un sistema altamente resistente y resiliente, y la buena noticia es que existen diferentes prácticas sostenibles del manejo del suelo que nos permiten aprovecharlo y protegerlo.

En la producción de alimentos, por ejemplo, es posible implementar prácticas como la rotación de cultivos, que consiste en alternar las plantas que se cultivan en una parcela para evitar el desgaste de nutrientes y la prevalencia de plagas.

También es posible incorporar materia orgánica para enriquecer el reservorio de nutrientes del suelo a través de la incorporación de abonos orgánicos o compostas, que se obtienen a partir de biomasa residual de nuestros alimentos y otros materiales naturales; Además, es importante mantener la cobertura vegetal sobre el suelo, es decir no dejar el suelo desnudo o expuesto, ya que las plantas en su cubierta lo mantienen protegido de la erosión, contribuyen a la acumulación de materia orgánica y conservan la humedad.

A pesar de que muchas de las acciones antes mencionadas están enfocadas en la adopción de prácticas de manejo en los sistemas productivos, también existen acciones individuales que pueden incidir en el cuidado y protección de los suelos.

Acciones sencillas como separar los residuos, disminuir el uso de plásticos y participar en actividades de cuidado ambiental ayudan a proteger el suelo. Pero sobre todo es importante generar conciencia sobre la importancia del suelo.

Muchas veces olvidamos que estamos parados sobre la base de la vida, sin suelo fértil, la producción de alimentos disminuye, lo que puede provocar problemas de escasez y afectar a las poblaciones humanas.

Es importante recordar que el suelo es un recurso invaluable, porque forma parte de una red compleja de interacciones en el ambiente, influye en el ciclo del agua ya que es capaz de filtrarla y almacenarla.

Juega un papel importante en la regulación del clima, porque constituye un espacio de reserva de carbono con lo que ayuda a reducir la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Y es la base de los ciclos biogeoquímicos que regulan la transformación, almacén y flujo de los elementos esenciales para la vida, como el carbono, el nitrógeno y el fósforo.

En conclusión, el suelo es mucho más que una simple capa de tierra: es la base de la vida en el planeta y de nuestra alimentación, su conservación depende de nuestras acciones. Si lo cuidamos, aseguramos que las futuras generaciones también tengan acceso a todos los servicios que provee, es decir hacemos un uso sustentable de este recurso.

Así que recuerda, la próxima vez que camines sobre el suelo, piensa que estás sobre el recurso que sostiene la vida. Cuidarlo no es solo responsabilidad de agricultores o científicos, es una responsabilidad compartida entre toda la comunidad. Al protegerlo, protegemos el futuro de todas las formas de vida en nuestro planeta.

Preguntas de Reflexión:

- 1.- ¿Qué pasaría si el suelo dejará de ser fértil?
- 2.- ¿De qué manera influye en todo lo que comemos día a día?
- 3.- ¿Qué relación hay entre un suelo pobre y una persona con mala nutrición?
- 4.- ¿Cómo afecta la degradación del suelo a las futuras generaciones?

Glosario:

Minerales: son partículas que provienen de las rocas, forman parte del suelo y aportan nutrientes esenciales para que las plantas puedan crecer.

Materia orgánica: es el conjunto de restos orgánicos en descomposición que enriquecen la fertilidad del suelo y su capacidad para retener agua.

Hambre oculta: es la falta de vitaminas y minerales en la alimentación a pesar del consumo suficiente, derivada de alimentos con bajo contenido de nutrientes.

Seguridad alimentaria: acceso garantizado de todas las personas a suficientes alimentos nutritivos y de calidad.

Ciclo biogeoquímico: procesos ecosistémicos mediante los cuales los nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo) se transforman y aprovechan.

Resiliencia: capacidad del suelo para recuperarse después de ser afectado.

Prácticas sostenibles del manejo del suelo: acciones que permiten el aprovechamiento del suelo con el menor impacto posible para mantener su fertilidad a largo plazo.

Referencias:

FAO. 2018. El estado de la seguridad alimentaria y nutrición en el mundo 2018. Roma.

FAO 2022. El hambre oculta. Roma. García, F., Tapia Torres, Y., Chávez, Pamela, Morón, José., Vélez, Patricia., 2025. Principios Básicos de Biogeoquímica de los Ecosistemas Terrestres: La Trasmutación de la Química Terrestre por la Vida. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-607-587-582-8.

Marschner, P., & Rengel, Z. 2023. Nutrient availability in soils. In Z. Rengel, I. Cakmak, & P. J. White (Eds.), Marschner's mineral nutrition of plants (4th ed., pp. 315–330). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00012-1>

Silva, V., Lamounier, J. 2024. Hidden hunger - a narrative review. Jornal de Pediatria 100(1), 10 - 17. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2023.08.009>

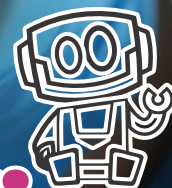
Tilman, D., Isbell, F., Cowles, J. M. 2014. Biodiversity and ecosystem functioning. Nature, 515 (7528) , 72 – 75. <https://doi.org/10.1038/nature13886>

SALUD



UNIDAD 3

Lectura
Científica
2026-2027





Enfermedades del pasado, amenazas del presente

¿por qué regresan las enfermedades?

Andrea Monserrat Negrete Paz

Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez"

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán

Investigadora posdoctoral en el Laboratorio de Genética Molecular Microbiana de la Facultad de Medicina de la UMSNH.

Mi trabajo se centra en el estudio de bacterias patógenas de importancia clínica, resistencia a antibióticos y genómica microbiana.

Introducción

Era una mañana de sábado cuando el noticiero se vió interrumpido con un anuncio del gobierno: campaña de vacunación en los centros de salud, ese mismo día. La mamá de Diego bajó el volumen, buscó las cartillas y anunció que toda la familia iba a ir. Diego protestó con el argumento que le pareció más lógico en ese momento: ¿Para qué, si el sarampión ya ni existe?, Su mamá no respondió. Solo subió el volumen de nuevo.

El noticiero seguía: miles de casos de sarampión en México, brote activo en varios estados; Diego no dijo nada más. Se puso los tenis y salió.

Pero la pregunta se le quedó dando vueltas todo el camino: si tenemos vacunas desde hace décadas, ¿por qué estamos hablando otra vez de una enfermedad que se suponía ya habíamos vencido?

La barrera invisible que protege a una comunidad

Para entender por qué regresan estas enfermedades, hay que hablar de algo que los científicos llaman inmunidad de rebaño, que es básicamente la protección que una comunidad entera obtiene cuando la mayoría de sus integrantes está vacunada. Imagínalo así: si un virus llega a un pueblo donde casi todos están protegidos, no encuentra a quién contagiar y simplemente se apaga, como una fogata sin combustible. Gracias a eso, incluso quienes no pueden vacunarse, como los recién nacidos o las personas con enfermedades graves, quedan protegidos por los demás.

Sin embargo, esa protección tiene una condición: hay que mantenerla. En el caso del sarampión, uno de los virus más contagiosos que existen, se necesita que al menos 9 de cada 10 personas estén vacunadas con dos dosis para que la barrera funcione. Es como una malla de red: puede tener algunos huecos pequeños sin romperse, pero si los huecos se acumulan, la red ya no detiene nada. Cuando el porcentaje de vacunados baja, el virus encuentra el espacio que necesita para volver a circular, aunque llevara décadas sin aparecer.

El sarampión: una lección que casi olvidamos

El sarampión es quizás el ejemplo más claro en esta situación. México logró detener su circulación en 1995, resultado de años de campañas de vacunación sostenidas. Pero mantener esa protección es como mantener una casa limpia: no basta con limpiarla una vez, hay que seguir haciéndolo. Cuando el porcentaje de personas vacunadas empezó a caer silenciosamente año tras año, nadie lo notó de inmediato porque la enfermedad seguía sin aparecer. Hasta que apareció.

El brote que afectó a México no se originó aquí. Llegó a través de personas que viajaron desde comunidades en Texas y Alberta, Canadá, donde los niveles de vacunación eran bajos. Y una vez que el virus encontró personas sin protección, se movió rápido: el sarampión es tan contagioso que una sola persona enferma puede infectar hasta 18 personas susceptibles a su alrededor. Para comparar, el COVID-19 en sus primeras variantes contagiaba en promedio a entre 2 y 3 personas. Eso explica por qué, cuando la vacunación baja aunque sea un poco, el virus no tarda en encontrar su camino de regreso.



La tuberculosis: la epidemia silenciosa que nunca se fue

Mientras el sarampión acaparaba titulares, otra enfermedad seguía haciendo estragos en silencio. La tuberculosis es una infección causada por una bacteria que ataca principalmente los pulmones y se contagia por el aire cuando una persona enferma tose, estornuda o simplemente habla. A diferencia del sarampión, que llega, hace ruido y se va, la tuberculosis es más parecida a una gotera: discreta, constante y capaz de causar daños enormes si nadie la atiende a tiempo. Según la Organización Mundial de la Salud, en 2023 fue la principal causa de muerte por enfermedad infecciosa en todo el mundo, superando incluso al COVID-19.

La tuberculosis nunca estuvo cerca de desaparecer, pero los avances que se habían logrado enfrentan hoy una amenaza muy particular: la resistencia a los antibióticos. Los antibióticos funcionan como un ejército que ataca a las bacterias. Cuando alguien deja el tratamiento a la mitad porque ya se siente mejor: las bacterias más resistentes sobreviven, aprenden a defenderse y se reproducen. Con el tiempo, generan cepas que ya no responden a los medicamentos más eficaces, lo que se conoce como tuberculosis multirresistente, y es mucho más difícil y costosa de tratar que la tuberculosis común.

La polio: una victoria incompleta

La poliomielitis, conocida popularmente como polio, es una enfermedad viral que puede causar parálisis permanente y que afectó a millones de personas durante el siglo XX. Erradicarla fue uno de los proyectos más ambiciosos de la humanidad, comparable a querer apagar todos los incendios del mundo al mismo tiempo. Gracias a campañas de vacunación masiva sostenidas durante décadas, estuvo a punto de lograrse. Sin embargo, en 2022 se detectó que el virus volvía a circular en comunidades de Reino Unido y Estados Unidos, en ambos casos por coberturas de vacunación insuficientes. Lo que circulaba era una variante que había evolucionado a partir de la propia vacuna oral al propagarse entre personas no vacunadas, un recordatorio de que incluso las herramientas diseñadas para eliminar una enfermedad pueden convertirse en un problema si la vacunación no alcanza a toda la comunidad.

Las causas detrás del regreso: un problema con muchas caras

Aunque cada enfermedad tiene su propia historia, hay factores comunes que explican por qué varias de ellas están regresando al mismo tiempo en distintas partes del mundo.

El primero y más importante es la caída en los niveles de vacunación, acelerada por la pandemia de COVID-19. Durante 2020 y 2021, los sistemas de salud dirigieron todos sus recursos hacia la emergencia y las campañas de vacunación de rutina se detuvieron en muchos países. Las defensas colectivas empezaron a ceder lentamente. Millones de niñas y niños crecieron sin completar sus esquemas de vacunación, dejando huecos de desprotección que los virus aprovechan.

El segundo factor es la desinformación. Hay quienes desconfían de las vacunas y difunden esas dudas, especialmente a través de las redes sociales. Una mentira que se comparte mil veces puede volverse más poderosa que una verdad que nadie difunde. En México la cultura de vacunación ha sido históricamente sólida, pero la circulación de información falsa durante la pandemia también dejó su huella, incluso entre personas que trabajan en el sector salud.

A estos factores se suma la movilidad global: los virus no necesitan pasaporte. Y en el caso de la tuberculosis, la resistencia a los antibióticos añade un problema extra: no solo regresa la enfermedad, sino que regresa en formas más difíciles de combatir.

La respuesta está en nuestras manos

La ciencia ya tiene las herramientas. Las vacunas funcionan, los antibióticos bien utilizados funcionan y los sistemas de vigilancia epidemiológica, es decir los mecanismos que los gobiernos y organizaciones de salud usan para detectar y monitorear enfermedades antes de que se vuelvan epidemias, también funcionan. El problema no es la falta de soluciones, sino la falta de constancia para aplicarlas. Lo que se requiere es la voluntad colectiva de mantener esos sistemas activos, bien financiados y accesibles para toda la población.

Vacunarse no es solo una decisión personal. Es una contribución a la protección de toda la comunidad. Terminar el tratamiento con antibióticos exactamente como lo indica el médico, aunque uno ya se sienta bien antes de acabarlo, es fundamental para evitar que las bacterias se vuelvan resistentes. Y buscar información en fuentes confiables como la Organización Mundial de la Salud o la Secretaría de Salud de México, en lugar de en cadenas de mensajes sin respaldo científico, es también una forma de cuidarse y cuidar a los demás.

Las enfermedades del pasado no son fantasmas. Son organismos vivos que esperan pacientemente a que bajemos la guardia. Diego llegó al centro de salud, esperó su turno y recibió la vacuna sin decir nada. Pero en el camino de regreso, con el brazo todavía un poco adolorido, pensó que quizás la pregunta correcta no era ¿para qué vacunarse si la enfermedad ya no existe? sino otra muy distinta: ¿qué tendría que pasar para que el sarampión dejara de existir de verdad?

Preguntas de reflexión

1. Si la vacuna contra el sarampión existe desde hace décadas y es muy efectiva, ¿por qué crees que todavía hay personas que no se vacunan o que no vacunan a sus hijas e hijos? ¿Qué papel juegan las redes sociales en esa decisión?
2. La inmunidad de rebaño protege a personas que no pueden vacunarse, como los recién nacidos. ¿Consideras que vacunarse es únicamente una decisión personal o también tiene una dimensión de responsabilidad hacia los demás?
3. ¿Qué harías si un médico te recetara un antibiótico para una infección leve pero el tratamiento dura dos meses y tiene efectos secundarios molestos? ¿Lo terminarías completo?
4. Al final del artículo, Diego se pregunta qué tendría que pasar para que el sarampión dejara de existir de verdad. Basándote en lo que leíste, ¿cuál sería tu respuesta? ¿Qué tendría que cambiar en tu comunidad para lograrlo?

Glosario

Antibiótico: Medicamento que combate infecciones causadas por bacterias.

Bacteria: Organismo microscópico formado por una sola célula.

Brote epidémico: Aparición repentina de casos de una enfermedad en una comunidad o región, por encima de lo que normalmente se esperaría.

Cepa: Variante de un virus o bacteria con características particulares. Algunas cepas pueden ser más contagiosas, más agresivas o más resistentes a los medicamentos que otras.

Cobertura vacunal: Porcentaje de la población que ha recibido las dosis necesarias de una vacuna. Cuando este porcentaje es alto, la comunidad entera está mejor protegida.

Erradicación: Eliminación definitiva de una enfermedad en todo el mundo, de modo que el agente que la causa deja de existir o de circular entre las personas.

Inmunidad de rebaño: Protección indirecta que obtiene una comunidad cuando la mayoría de sus integrantes está vacunada, dificultando que la enfermedad se propague incluso entre quienes no están vacunados.

Poliomielitis: Enfermedad viral también conocida como polio, que puede causar parálisis permanente. Tiene vacuna efectiva y estuvo cerca de ser erradicada a nivel mundial.

Resistencia antimicrobiana: Capacidad que desarrollan algunas bacterias o virus para sobrevivir a los medicamentos que normalmente los eliminarían.

Sarampión: Enfermedad viral muy contagiosa que se transmite por el aire. Es prevenible con dos dosis de vacuna y puede causar complicaciones graves, especialmente en niños pequeños.

Tuberculosis multirresistente (TB-MDR): Forma de tuberculosis causada por bacterias que ya no responden a los antibióticos más comunes usados para tratarla.

Vigilancia epidemiológica: Sistema que usan los gobiernos y organizaciones de salud para detectar, monitorear y responder a enfermedades antes de que se conviertan en epidemias.

Virus: Agente infeccioso microscópico que necesita entrar a las células de un organismo vivo para reproducirse. Los virus causan enfermedades como el sarampión, la polio y el COVID-19.

Referencias

Para saber más:

Organización Mundial de la Salud (OMS). Hoja informativa sobre el sarampión y la tuberculosis. Disponible en: www.who.int/es

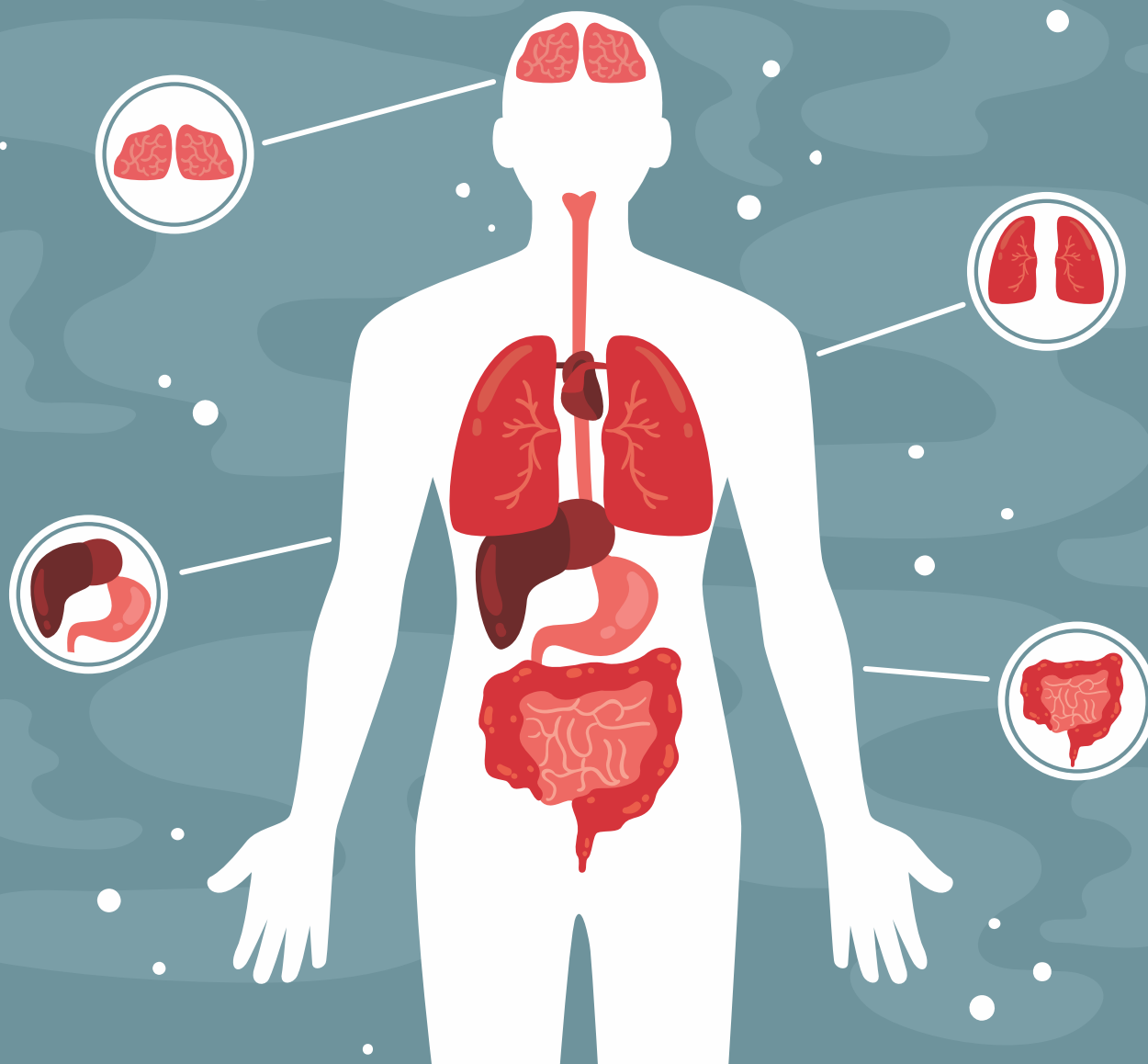
Organización Panamericana de la Salud (OPS). Alerta epidemiológica sobre sarampión en las Américas, febrero de 2026. Disponible en: www.paho.org/es

Gaceta UNAM. ¿Qué está pasando con el sarampión en el mundo? Enero de 2026. Disponible en: www.gaceta.unam.mx

Secretaría de Salud de México. Dirección General de Epidemiología. Informe de brote de sarampión 2025-2026. Disponible en: www.gob.mx/salud



El gran colapso



del cuerpo de Betillo

Ana María Huerta Olalde

Instituto de Investigaciones Químico- Biológicas UMSNH, Morelia, Michoacán. Investigadora y académica mexicana. Mi trabajo se centra en la biotecnología vegetal y las ciencias agrarias.

Oscar Guzmán Virgen

Comisión Federal de Electricidad, es principalmente reconocido como un investigador académico en el área de la ingeniería eléctrica. Su trabajo más destacado se centra en el estudio de sistemas complejos dentro de la electrónica de potencia.

Dentro del cuerpo de Juan Alberto, conocido por todos como Betillo, existía una ciudad inmensa y vibrante conocida como el Cuerpo Central.

En él, los vasos sanguíneos funcionaban como vías de transporte, los tejidos como zonas especializadas y las mitocondrias como centros de producción de energía. El sistema inmune, compuesto por millones de células, actuaba como un sistema de vigilancia encargado de mantener la homeostasis... hasta que algo empezó a cambiar. Pequeñas señales silenciosas comenzaban a indicar un desgaste lento, constante e imperceptible para Betillo, pero completamente evidente para quienes vivían dentro de él. Las células inmunes lo sabían y cada día se sentían más preocupadas.

En el mundo exterior, Betillo vivía una vida muy parecida a la de muchos jóvenes: dormía poco, tomaba mucho café para mantenerse despierto, a veces fumaba y salía con sus amigos. Además, sentía estrés por la escuela y casi no descansaba. Él pensaba que no pasaba nada, que solo era algo temporal. Pero su cuerpo estaba acumulando cansancio, y cada uno de estos hábitos comenzaba a afectarlo poco a poco.

Dentro del Cuerpo Central, las consecuencias ya eran visibles. Las células encargadas de limpiar el aire trabajaban sin descanso. El humo del cigarro entraba como una nube tóxica que dificultaba su trabajo, algunas partículas de alquitrán caían como meteoritos negros. Las pequeñas estructuras que ayudan a limpiar los pulmones comenzaban a fallar, y el oxígeno ya no llegaba de la misma forma. Algunas células, confundidas por tantas sustancias dañinas, incluso empezaban a atacar partes sanas del cuerpo. Era un caos sin enemigo físico, un fuego amigo provocado por los hábitos de Betillo.

Más abajo, en la región abdominal, el Hígado, una fortaleza inmensa capaz de regenerarse como un milagro viviente, perdía fuerzas. Las células encargadas de limpiar las sustancias dañinas estaban saturadas. El alcohol ya no era algo ocasional, sino constante. Las enzimas encargadas de desintoxicar estaban saturadas, generando cantidades excesivas de acetaldehído, un compuesto corrosivo que dañaba las paredes internas. Las células de Kupffer enviaban señales de alarma constantes, pero eso solo atraía al sistema inmune, que confundido atacaba partes dañadas del hígado, empeorando el incendio interno.

En el Núcleo Cardíaco, el corazón latía como un tambor de guerra. Las hormonas del estrés como adrenalina y cortisol llegaban constantemente, como órdenes caóticas enviadas por un comandante nervioso. Los minerales encargados de la electricidad cardíaca trataban de mantener la calma, pero el exceso de cortisol lo complicaba todo. Cada latido se sentía más fuerte y los cardiomiocitos murmuraban que no podrían sostener ese ritmo para siempre.

En los ganglios linfáticos, donde se organizan las defensas del cuerpo, las células inmunes estaban cansadas. El cortisol suprimía la voz del sistema inmune lentamente, reduciendo su capacidad para responder. Las células asesinas perdían precisión, las dendríticas olvidaban señales importantes y todo el Consejo Inmune comenzó a reunirse más seguido. Todos comprendían algo que ninguno quería admitir: el enemigo no era externo, sino el propio estilo de vida de Betillo. Los soldados morían más rápido, el cuerpo se llenaba de sustancias tóxicas y microorganismos oportunistas que antes no lo dañaban.



Imagen generada con IA Chat GPT

Mientras tanto, Beto ignoraba todas las señales. Pensaba que el cansancio era por las tareas, que la tos no era importante y que la falta de aire se debía a dormir poco. No sabía que su sistema inmune resistía como un ejército sin recursos. No era solo un problema de salud: era una guerra interna.

Una mañana fría, mientras corría para no llegar tarde a su clase, respiró el aire contaminado de las calles de la ciudad. Ese aire llevaba un virus que entró directamente a sus vías respiratorias. Para un cuerpo sano, habría sido un combate sencillo, pero para el Cuerpo Central agotado, era el inicio de un colapso. Las células dendríticas lo detectaron tarde. Los linfocitos eran pocos. Los macrófagos estaban exhaustos. El virus se propagó como incendio en campo seco. En los pulmones, las células pedían ayuda, pero en los ganglios linfáticos todos sabían que las fuerzas no alcanzarían. La verdadera guerra recién comenzaba.

La Invasión

El virus que entró ese día no era particularmente fuerte, pero encontró un cuerpo cansado, desordenado y sin defensas suficientes. Apenas cruzó la nariz comenzó a copiarse a sí mismo a gran velocidad. Las células pulmonares intentaron detenerlo, pero muchas estaban dañadas por el tabaco y la inflamación constante. El humo había reducido sus defensas y mantenido agotados a los guardianes. El virus se desplazó como un ladrón por calles vacías. Las señales de alarma se enviaban, pero llegaban tarde. Las defensas que deberían activarse rápido tardaban demasiado y cuando llegaban, lo hacían confundidas o debilitadas. Los pulmones comenzaron a llenarse de inflamación, de mucosidad espesa, de zonas donde el aire ya no circulaba.

Mientras tanto, en el hígado, los trabajadores estaban saturados. Apenas podían con las toxinas del alcohol acumulado y ahora debían manejar sustancias producidas por la infección. En el corazón, cada latido se volvía más pesado. El cuerpo entero intentaba pelear, pero estaba sin energía, sin fuerzas, sin descanso. El virus avanzaba sin encontrar una verdadera resistencia, tomando zona tras zona, debilitando

uno de los sistemas más importantes del cuerpo. Parecía que todo estaba perdido.

La caída, el cambio y la recuperación

Cuando Betillo llegó a su clase se sintió tan mal que por primera vez no pudo ignorarlo. El aire no le alcanzaba, la cabeza le dolía y todo su cuerpo parecía cargado con pesas invisibles. Pensó que se iba a desmayar y por primera vez pidió ayuda. Al ser revisado, le explicaron que su cuerpo estaba agotado que, si seguía así, caería mucho más enfermo. Las palabras lo impactaron profundamente y sin saberlo, ese impacto también se sintió dentro del Cuerpo Central. Esa noche, por primera vez en mucho tiempo, Betillo durmió temprano, no fumó, no tomó alcohol, comió saludable, bebió agua, descansó y dentro de su cuerpo algo comenzó a cambiar.



Imagen generada con IA Chat GPT

Los soldados del sistema inmune empezaron a recuperarse. Las células que estaban derrotadas se levantaron, recuperaron fuerzas, se multiplicaron. Las defensas se organizaron con más claridad. Los pulmones comenzaron a recibir ayuda verdadera. Los anticuerpos se formaron, los virus fueron identificados y eliminados. Los linfocitos volvieron a luchar con precisión. Poco a poco el virus fue perdiendo territorio, fue acorralado, detenido y eliminado.

Días después, la guerra terminó. El Cuerpo Central respiró con alivio. El hígado descansó. El corazón regresó a su ritmo natural. El Consejo Inmune se reunió por última vez para reflexionar. Comprendieron que no fue el virus quien casi destruyó todo, sino el descuido de Betillo. Pero también reconocieron que, cuando Betillo les dio un poco de ayuda, ellos pudieron encargarse del resto.

En el mundo exterior Betillo entendió algo importante: no tenía que ser perfecto, solo tenía que intentarlo. Dormir mejor, comer mejor, no fumar, no tomar, cuidar su respiración, hacer pequeños cambios. Porque dentro de él existía una ciudad que trabajaba día y noche para mantenerlo vivo. Y esa ciudad merecía ser cuidada.

Preguntas de Reflexión:

- 1.- ¿Cuántas horas duermes?
 - 2.- ¿Qué comes durante el día?
 - 3.- ¿Haces ejercicio?
 - 4.- ¿Cómo manejas el estrés?
- Recuerda tu cuerpo es como una ciudad... y tú eres el encargado de cuidarla.

Glosario:

Acetaldehído: Sustancia tóxica producida al metabolizar alcohol que puede dañar células.

Adrenalina: Hormona del estrés que aumenta la frecuencia cardíaca y la energía.

Cardiomiocitos: Células del músculo del corazón responsables de su contracción.

Células dendríticas: Células que detectan patógenos y activan la respuesta inmune.

Células de Kupffer: Células del hígado que eliminan sustancias dañinas.

Cilios respiratorios: Estructuras que limpian el aire en los pulmones.

Cortisol: Hormona del estrés que en exceso debilita el sistema inmune.

Hepatocitos: Células del hígado encargadas de la desintoxicación.

Homeostasis: Equilibrio interno del organismo.

Inflamación: Respuesta del cuerpo ante daño o infección.

Inmunosupresión: Disminución de la respuesta del sistema inmune.

Linfocitos: Células que reconocen y combaten patógenos.

Macrófagos: Células que eliminan microorganismos y desechos.

Metabolismo: Procesos químicos del cuerpo para obtener energía.

Mitocondrias: Organelos que producen energía celular.

Patógeno: Microorganismo que causa enfermedad.

Sistema inmune: Sistema de defensa del cuerpo.

Virus: Agente infeccioso que invade células para reproducirse.

Referencias:

Poluektov, M. G. (2021). Sleep and Immunity. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 51(5), 609–615. <https://doi.org/10.1007/s11055-021-01113-2>

Garbarino, S., Lanteri, P., Bragazzi, N. L., Magnavita, N., & Scoditti, E. (2021). Role of sleep deprivation in immune-related disease risk and outcomes. *Communications Biology*, 4, 1304. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02825-4>

Schakel, L., Veldhuijzen, D. S., Crompvoets, P. I., Bosch, J. A., Cohen, S., van Middendorp, H., Joosten, S. A., Ottenhoff, T. H. M., Visser, L. G., & Evers, A. W. M. (2019). Effectiveness of stress-reducing interventions on the response to challenges to the immune system: A meta-analytic review. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 88(5), 274–286. <https://doi.org/10.1159/000501645>

Slevin, E., Baiocchi, L., Wu, N., Ekser, B., Sato, K., Lin, e., Ceci, L., Chen, L., Lorenzo, S. L., Xu, W., Kyritsi, K., Meadows, V., Zhou, T., Kundu, D., Han, Y., Kennedy, L., Glaser, S., Francis, H., Alpini, G., & Meng, F. (2020). Kupffer Cells: Inflammation Pathways and Cell-Cell Interactions in Alcohol-Associated Liver Disease. *The American Journal of Pathology*, 190(11), 2185–2193. <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2020.08.014>

Fahoum, K., Ying, X., Magahis, P. T., Ross, J., Basu, E., Shen, N. T., Baltich Nelson, B., Brown, R. S. Jr., & Jesudian, A. B. (2024). Non-invasive markers of inflammation in alcohol-associated liver disease: A scoping review. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 39: 245–255. <https://doi.org/10.1111/jgh.16432>

Cha, S.-R., Jang, J., Park, S.-M., Ryu, S. M., Cho, S.-J., & Yang, S.-R. (2023). Cigarette Smoke-Induced Respiratory Response: Insights into Cellular Processes and Biomarkers. *Antioxidants*, 12(6), 1210. <https://doi.org/10.3390/antiox12061210>

World Health Organization. (2024). Tobacco and asthma: WHO tobacco knowledge summaries. World Health Organization

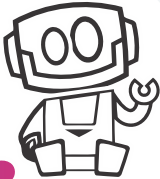
World Health Organization. (2024). Tobacco and chronic obstructive pulmonary disease (COPD): WHO tobacco knowledge summaries. World Health Organization

Suárez-Suárez, S., Maurage, P., & Carbia, C. (2026). Joint impact of acute stress and alcohol consumption on neurocognition and addiction vulnerability in adolescence and emerging adulthood: A preregistered systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2026.106763>

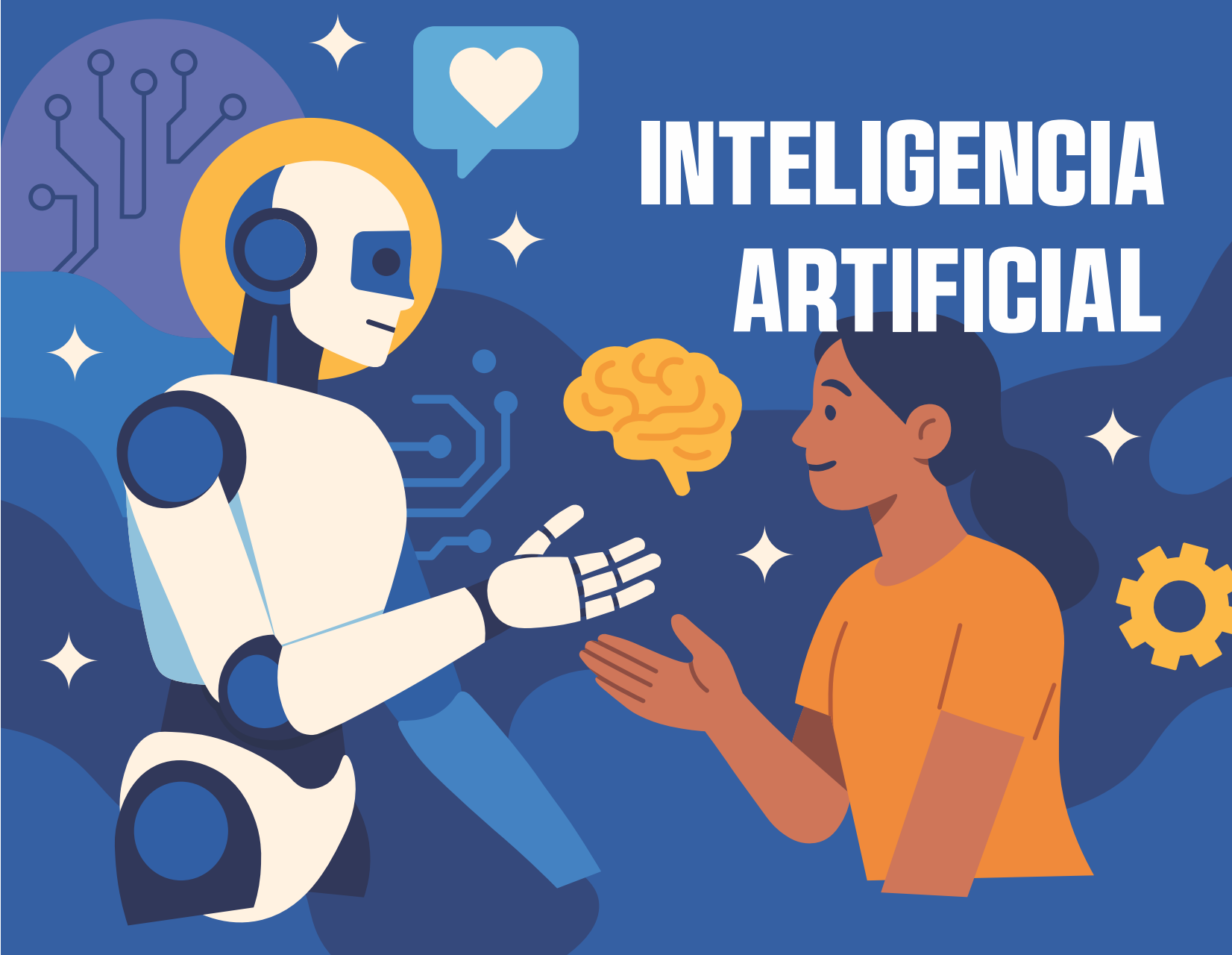
UNIDAD 4



TECNOLOGÍA

Lectura 
Científica

2026-2027

An illustration on a dark blue background with white stars. On the left, a white robot with blue joints and a yellow halo-like ring around its head is gesturing with its right hand. On the right, a woman with dark hair tied back, wearing an orange shirt, is gesturing with her hands towards a yellow brain icon floating between them. In the background, there are white circuit lines, a blue speech bubble containing a white heart, and a yellow gear icon.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

qué es, qué no es, y por qué debería importarte

Valeria Maeda Gutiérrez

Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas
Docente – Investigadora en la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, donde imparte asignaturas vinculadas con la Ingeniería Biomédica y participa activamente en la formación de recursos humanos de nivel superior. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) nivel C en el área de Medicina y Ciencias de la Salud.

No elegiste la primera noticia que viste hoy en tu feed de redes sociales como Facebook o X, ni la canción que lideró tu playlist en Spotify, tampoco los productos que aparecieron primero cuando buscaste algo en una tienda en línea. Esas elecciones fueron hechas por algoritmos de inteligencia artificial (IA) que analizan exhaustivamente tu historial de comportamiento, aprenden de tus patrones y predicen tus próximas acciones, de forma silenciosa e invisible, incluso antes de que toques la pantalla. Esto no es ciencia ficción ni un futuro distante: es la IA en plena acción cotidiana. Y aunque suene abstracta, ya impregna la rutina diaria de más de 4,000 millones de usuarios activos en plataformas digitales alrededor del mundo.

En términos simples, la IA no es una mente pensante ni una entidad autónoma. Es un conjunto de sistemas diseñados para aprender de los datos. Observan qué hacemos, con qué interactuamos, cuánto tiempo permanecemos en cierto contenido y qué decisiones repetimos. A partir de ahí, identifican patrones y los usan para anticipar lo que probablemente nos interese después.

La clave está en la palabra aprender. A diferencia de los programas tradicionales —que siguen instrucciones fijas—, estos sistemas se ajustan con el uso. Cuanta más información reciben, más afinadas se vuelven sus predicciones. No porque “nos conozcan” en un sentido humano, sino porque reconocen regularidades estadísticas en nuestro comportamiento.

Por ejemplo, cuando una plataforma de música recomienda nuevas canciones, lo hace a partir de lo que escuchamos, lo que omitimos y el tiempo que permanecemos en cada canción. Con el tiempo, esas sugerencias se vuelven más precisas porque el sistema detecta patrones repetidos, no porque comprenda gustos o emociones como lo haría una persona.

Por eso la IA no decide por intuición ni por criterio propio. Decide porque alguien definió un objetivo claro: maximizar la atención, optimizar una recomendación, reducir tiempos, aumentar ventas o mejorar la eficiencia de un servicio. Todo lo demás es consecuencia de ese objetivo y de los datos disponibles. Entender cómo aprende la IA importa porque no actúa en el vacío. Aprende de información generada por personas y para cumplir ciertos fines. Por eso, si los datos están sesgados o desactualizados, las decisiones que produce pueden ser igualmente limitadas.

Hasta aquí la IA puede parecer solo una herramienta sofisticada de personalización: algo que decide cuál serie ver, cuál canción escuchar o cuál producto comprar. Sin embargo, su alcance va mucho más allá del entretenimiento o el consumo digital. Cada vez con mayor frecuencia, estos sistemas se integran en procesos en los que las decisiones tienen consecuencias directas sobre la vida de las personas.

En el ámbito de la salud, por ejemplo, la IA se utiliza para apoyar diagnósticos médicos, detectar patrones en estudios clínicos o priorizar pacientes que requieren atención urgente. No reemplaza al personal médico, pero sí puede influir en qué casos revisan primero o qué señales se consideran relevantes. En estos contextos, el resultado que produce el sistema puede contribuir a una detección temprana; un error, en cambio, puede traducirse a un retraso crítico. Algo similar ocurre en el sistema financiero. Modelos basados en IA ayudan a evaluar riesgos para otorgar créditos, definir tasas de intereses o detectar fraudes. Aunque estas decisiones parecen técnicas, en la práctica determinan quién accede a un préstamo, o bajo qué condiciones y quién queda excluido.

En el mercado laboral también empieza a jugar un papel relevante.

Algunas empresas utilizan sistemas automatizados para filtrar currículos, priorizar perfiles o identificar candidatos “más adecuados”. Esto acelera procesos, pero también puede dejar fuera a personas por criterios que no siempre son evidentes ni fáciles de cuestionar. Incluso en el ámbito público, se emplea para orientar políticas, asignar recursos o identificar zonas consideradas de mayor riesgo.

Cuando estas herramientas se usan sin una comprensión clara de sus límites, existe el riesgo de que decisiones complejas se reduzcan a números y probabilidades.

Todo esto no significa que la IA sea inherentemente negativa. Significa que ya no es solo una tecnología de comodidad, sino una infraestructura que comienza a influir en decisiones relevantes; por eso, entender cómo funciona y bajo qué criterios opera deja ser un tema exclusivo de especialistas y se convierte en una cuestión de interés público.

¿Qué no es la IA?

La IA no es una mente consciente ni una entidad que piense o sienta. No tiene intenciones propias, emociones ni comprensión del mundo como la de una persona.

Cuando un sistema de IA "decide", en realidad lo que hace es ejecutar cálculos matemáticos a partir de grandes volúmenes de datos y reglas previamente definidas por seres humanos. Tampoco es una tecnología independiente que actúe por sí sola.

La IA no surge ni opera en el vacío: responde a decisiones humanas muy concretas. Alguien elige qué datos usar, qué problema resolver, qué variables considerar y qué objetivo optimizar. Por eso, sus resultados reflejan inevitablemente los intereses, prioridades y limitaciones de quienes la diseñan y la implementan.

Si los datos son incompletos, desactualizados o desiguales, la IA puede reproducir —e incluso amplificar— esos mismos problemas. Es importante subrayar que la IA no es neutral ni infalible. Puede cometer errores, generar falsas alarmas o pasar por alto información relevante.

A diferencia de una persona, no tiene la capacidad de cuestionar sus propios resultados ni de comprender el contexto social, cultural o ético en el que se aplican. Cuando se le otorga una autoridad excesiva o se confía ciegamente en los resultados, el riesgo no está en la tecnología, sino en el uso que se hace de ella.

La IA no reemplaza el criterio humano, al menos en los usos responsables. Puede apoyar decisiones, acelerar procesos y ayudar a identificar patrones difíciles de detectar a simple vista, pero no sustituye la experiencia, el juicio ni la responsabilidad de quienes toman decisiones finales. En ámbitos sensibles como la salud, la justicia o el empleo, la IA debe entenderse como una herramienta de apoyo, no como un árbitro absoluto.

Comprenderla resulta tan importante como saber qué puede hacer. Solo así es posible evitar tanto la idealización ingenua como el rechazo automático y avanzar hacia un uso más consciente, crítico y responsable de esta tecnología.

¿Por qué debería importarte?

La IA debería importarte no porque sea una tecnología compleja, sino porque ya influye en decisiones que te afectan indirectamente, incluso cuando no la ves.

No se limita a sugerirte contenido o facilitar tareas cotidianas: cada vez más, participa en procesos que determinan oportunidades, prioridades y accesos. Importa porque filtra la información que recibes. Decide qué noticias aparecen primero, qué temas se repiten, cuáles desaparecen de tu pantalla. Con el tiempo, esto puede modelar la forma en que percibes la realidad, reforzar ciertas ideas, limitar la diversidad de puntos de vista sin que seas plenamente consciente de ello.

Importa porque no todos somos afectados de la misma manera. Los sistemas de IA aprenden de datos existentes, y esos datos reflejan desigualdades sociales, económicas y culturales. Sin supervisión adecuada, la tecnología puede reforzar exclusiones previas en lugar de corregirlas. Finalmente, debería importarte porque no es un fenómeno inevitable ni controlable. Su impacto depende de cómo se diseñe, cómo se utilice y qué límites se le impongan. Entenderla —aunque sea de forma básica— permite exigir transparencia, responsabilidad y un uso centrado en las personas.

La IA no es solo una cuestión tecnológica. Es una cuestión social, y como toda tecnología que influye en la vida colectiva, merece ser comprendida, discutida y vigilada.



Preguntas de reflexión:

1. ¿En qué momentos de tu vida diaria crees que la inteligencia artificial ya está presente, aunque no la veas?
2. ¿Por qué crees que es importante no confiar completamente en lo que decide una máquina?
3. Si una inteligencia artificial puede cometer errores, ¿qué papel debe tener la persona al tomar una decisión importante?
4. ¿Cómo puede afectar a una persona que la inteligencia artificial le muestre solo cierta información y no toda?

Personalización: ajuste de contenido/servicios según patrones de uso del usuario.

Sesgo en datos: distorsión por datos incompletos, desactualizados o desiguales.

Apoyo al diagnóstico: uso de IA en salud para detectar patrones, priorizar casos o apoyar decisiones clínicas (sin reemplazar al personal).

Transparencia y responsabilidad: exigencias sociales para que el uso de IA sea comprensible, justificable y centrado en las personas.

No neutral/ no infalible: la IA puede fallar, dar falsas alarmas o pasar por alto información relevante; no cuestiona su salida ni entiende contexto ético-social.

Glosario:

Inteligencia artificial (IA): conjunto de sistemas diseñados para aprender de los datos e identificar patrones.

Algoritmos: procedimientos que analizan datos para generar decisiones.

Patrones: repeticiones medibles en el comportamiento humano que la IA aprende sin "comprender" emociones o intenciones.

Referencias:

- Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.
- UNESCO. (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. UNESCO.



El bolígrafo

ciencia,
historia y
vida
cotidiana



Ilce Nallely Orozco Montañez

Docente investigadora en el Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro, cuenta con 12 años de experiencia docente. Tiene una maestría en Ingeniería Industrial por el Tecnológico Nacional de México campus Celaya. cuenta con diversos capítulos de libro y publicaciones nacionales e internacionales.

Gabriela Zavala Hernández

Profesora y jefa del Programa educativo en el área de Ingeniería Industrial, cuenta con experiencia en docencia y participación en proyectos académicos y tecnológicos. Ha colaborado en iniciativas de investigación aplicada y desarrollo de propuestas innovadoras con impacto educativo. Su labor se enfoca en la formación de estudiantes y el fortalecimiento de competencias profesionales.

En la vida cotidiana utilizamos muchos objetos sin detenernos a pensar en la compleja historia científica y tecnológica que hay detrás de cada uno de ellos. Uno de esos objetos es el bolígrafo. Lo usamos para firmar documentos, tomar notas en clase, escribir listas de compras o dejar mensajes rápidos. Parece un instrumento simple, casi invisible en nuestra rutina diaria, pero en realidad representa siglos de evolución en la forma en que la humanidad comunica ideas por escrito.

La escritura, como forma de comunicación, surgió hace más de cinco mil años, cuando las primeras civilizaciones se vieron en la necesidad de registrar datos importantes de sus actividades como por ejemplo la agricultura, el comercio y la organización social. Desde entonces, los instrumentos para escribir han evolucionado de acuerdo con las necesidades de cada sociedad. De la piedra y la arcilla se pasó al papiro, al pergamino y al papel, hasta llegar, al día de hoy, a herramientas más sofisticadas en tecnología, como son las tabletas y los lápices digitales.

En ese largo proceso histórico aparece el bolígrafo, un instrumento aparentemente sencillo, pero que representa una auténtica revolución tecnológica en la comunicación escrita. Su invención permitió escribir con mayor rapidez, limpieza y facilidad, transformando las prácticas cotidianas de millones de personas en todo el mundo.

A través de este texto se va a explorar la historia científica y tecnológica del bolígrafo, relacionándola con la vida diaria y con el desarrollo de la sociedad moderna, demostrando con ello que incluso el objeto más común es el resultado de la creatividad humana, el avance científico y de las necesidades culturales de cada época.



Figura 1. El bolígrafo. Fuente: Elaboración propia.

Los primeros instrumentos de escritura

Si imaginamos a un niño dibujando con su dedo sobre la arena de una playa, estaremos observando uno de los gestos más antiguos de la humanidad: la necesidad de dejar una marca para comunicar algo. Ese gesto simple resume el origen de la escritura.

Durante miles de años, los seres humanos utilizaron diferentes materiales para registrar información. En las antiguas civilizaciones de Mesopotamia, por ejemplo, se empleaban tablillas de arcilla húmeda donde los escribas grababan símbolos utilizando pequeñas cañas afiladas. Estos signos dieron origen a la escritura cuneiforme, una de las primeras formas de escritura conocidas.

Posteriormente, los egipcios desarrollaron el papiro, un soporte mucho más ligero que permitía escribir con tinta utilizando juncos afilados. Este avance representó un paso importante porque facilitó la movilidad del conocimiento: los textos podían transportarse, copiarse y conservarse con mayor facilidad.

La historia continuó con la aparición del pergamino y, finalmente, del papel, un material que transformó por completo la producción de documentos y libros. El papel permitió una escritura más rápida y económica, lo que favoreció la expansión de la educación y la difusión del conocimiento.

Durante siglos, la pluma de ave fue el instrumento principal para escribir. Aunque era elegante y flexible, tenía varios inconvenientes: debía mojarse constantemente en tinta y podía manchar el papel con facilidad. Con el crecimiento de las oficinas, las escuelas y el comercio durante la Revolución Industrial, surgió la necesidad de contar con herramientas de escritura más prácticas y eficientes.

Así comenzó la búsqueda de un instrumento que permitiera escribir sin interrupciones y con mayor comodidad.



Figura 2. La evolución del bolígrafo Fuente: Elaboración propia.

La ciencia detrás de un objeto cotidiano

El bolígrafo no apareció de la nada. Su creación fue el resultado de varios intentos e innovaciones a lo largo del tiempo. A finales del siglo XIX algunos inventores comenzaron a experimentar con sistemas de escritura que utilizaban pequeñas esferas para distribuir la tinta.

Sin embargo, fue el inventor húngaro Ladislao José Biro quien logró desarrollar un modelo funcional en la década de 1930. La idea surgió a partir de una observación cotidiana: Biro notó que la tinta utilizada en la impresión de periódicos se secaba rápidamente y no se corría sobre el papel. Esto lo llevó a pensar en un sistema de escritura que utilizara una tinta más espesa y una pequeña esfera metálica que girara mientras se escribe.

El funcionamiento del bolígrafo se basa en un principio físico sencillo pero ingenioso. En la punta del instrumento existe una pequeña esfera metálica que gira libremente dentro de un soporte. Cuando la esfera rueda sobre el papel, recoge tinta del depósito interno y la deposita sobre la superficie, formando el trazo de la escritura. En este proceso interviene también el fenómeno de capilaridad, mediante el cual la tinta se desplaza desde el depósito interno hacia la punta del bolígrafo a través de pequeños espacios, asegurando un suministro continuo y controlado.

Este mecanismo permitió resolver varios problemas que tenían las plumas tradicionales: la tinta no se derramaba fácilmente, el instrumento no requería un tintero y el flujo de tinta era constante.

Podríamos comparar este proceso con el funcionamiento de una rueda que recoge pintura mientras gira y la deja sobre el suelo al rodar. La esfera del bolígrafo actúa de manera similar: gira, toma tinta y la transfiere al papel de forma continua.

Gracias a este principio, escribir se volvió más rápido y limpio, lo que facilitó enormemente las tareas cotidianas en escuelas, oficinas y hogares.



Figura 3. El funcionamiento del bolígrafo.
Fuente: Elaboración propia.

La historia del bolígrafo también está estrechamente ligada al desarrollo de la sociedad industrial y de consumo. Durante el siglo XX, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, el crecimiento económico y el aumento de la alfabetización provocaron una mayor demanda de materiales de escritura.

Cada vez más personas asistían a la escuela, trabajaban en oficinas o realizaban actividades administrativas que requerían escribir constantemente. En ese contexto, el bolígrafo se convirtió en una herramienta ideal: era práctico, económico y fácil de usar.

El empresario Marcel Bich desempeñó un papel fundamental en la popularización del bolígrafo. Su empresa desarrolló modelos de producción masiva que permitieron fabricar bolígrafos de bajo costo y distribuirlos a gran escala. De esta manera, el bolígrafo pasó de ser un objeto relativamente caro a convertirse en un producto accesible para casi cualquier persona.

Este proceso refleja una característica importante de la sociedad moderna: la producción en masa de objetos funcionales que facilitan la vida cotidiana. Así como el automóvil revolucionó el transporte o el teléfono transformó la comunicación, el bolígrafo simplificó una de las actividades humanas más importantes: escribir.

En cierto sentido, el bolígrafo democratizó la escritura. Cualquier persona podía adquirir uno y utilizarlo para expresar ideas, registrar información o comunicarse con otros.



Figura 4. El bolígrafo y su producción en masa.
Fuente: Elaboración propia.

Aunque parezca un objeto simple, el bolígrafo contiene una sorprendente cantidad de ingeniería en su interior. Su diseño incluye varias piezas cuidadosamente ensambladas: un depósito de tinta, una punta metálica, una esfera diminuta y un sistema que mantiene la presión adecuada dentro del tubo.

La esfera que se encuentra en la punta suele tener apenas un milímetro de diámetro y está fabricada con materiales extremadamente resistentes como el carburo de tungsteno. Su función es girar con precisión para distribuir la tinta sin que se derrame ni se interrumpa el flujo de escritura.

Además, el cuerpo del bolígrafo suele tener pequeños orificios que equilibran la presión del aire dentro del depósito, evitando que la tinta salga de manera descontrolada. Estos detalles técnicos muestran cómo la ciencia y la ingeniería están presentes incluso en los objetos más cotidianos.

Podríamos decir que el bolígrafo es como una pequeña máquina portátil diseñada para transformar tinta en palabras.

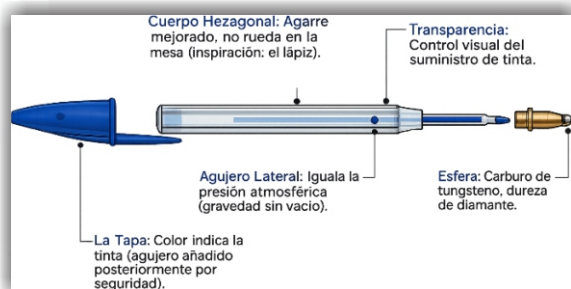


Figura 5. Elementos que conforman un bolígrafo.
Fuente: Elaboración propia.

Del bolígrafo al mundo digital

En la actualidad vivimos en una era dominada por computadoras, teléfonos inteligentes y dispositivos electrónicos. Muchos documentos se escriben directamente en formato digital y se envían por internet en cuestión de segundos.

Sin embargo, el bolígrafo sigue ocupando un lugar importante en la vida diaria. A pesar de la tecnología digital, escribir a mano sigue siendo una actividad fundamental para aprender, reflexionar y organizar ideas.

Incluso han surgido nuevos dispositivos que combinan la escritura tradicional con la tecnología digital. Los llamados bolígrafos inteligentes pueden digitalizar lo que se escribe sobre el papel y enviarlo a una computadora o a internet.

Este desarrollo demuestra que la historia del bolígrafo aún no ha terminado. Al contrario, continúa evolucionando junto con la tecnología y las necesidades de la sociedad.



Figura 6. El bolígrafo digital.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusión

El bolígrafo es mucho más que un simple instrumento para escribir. Representa el resultado de miles de años de evolución en los sistemas de comunicación humana y de décadas de innovación científica y tecnológica.

Desde las tablillas de arcilla de las civilizaciones antiguas hasta los bolígrafos digitales de la actualidad, la historia muestra cómo la humanidad ha buscado constantemente nuevas formas de registrar ideas y compartir conocimiento.

En la vida cotidiana, el bolígrafo cumple una función silenciosa pero esencial. Permite que los pensamientos se conviertan en palabras y que esas palabras puedan conservarse, compartirse y transformarse en conocimiento.

La próxima vez que alguien tome un bolígrafo para escribir una nota o firmar un documento, quizás valga la pena recordar que ese pequeño objeto es el resultado de siglos de ciencia, creatividad e historia.

Preguntas de reflexión:

1. ¿Por qué un objeto tan simple como el bolígrafo puede considerarse un avance científico y tecnológico importante?
2. ¿De qué manera la evolución de los instrumentos de escritura refleja los cambios en la sociedad y en la cultura?
3. ¿Crees que los dispositivos digitales podrán sustituir completamente al bolígrafo en el futuro? ¿Por qué?
4. ¿Qué otros objetos cotidianos utilizamos diariamente sin conocer la ciencia y la historia que hay detrás de ellos?

Glosario:

Bolígrafo: Instrumento de escritura que utiliza una pequeña esfera giratoria en la punta para distribuir tinta sobre el papel.

Esfera: Pequeña bola metálica situada en la punta del bolígrafo que gira para transferir la tinta al papel.

Capilaridad: Fenómeno físico que permite que los líquidos se desplacen por pequeños conductos o superficies debido a fuerzas de adhesión.

Producción en masa: Sistema industrial que permite fabricar grandes cantidades de un producto de manera rápida y económica.

Innovación tecnológica: Desarrollo o mejora de herramientas, procesos o productos mediante el uso del conocimiento científico.

Referencias:

Brachmann, S. (2010). The evolution of modern ballpoint pen: A patent History. Estados Unidos: IPWatchdog Blog.

Gutierrez, M. (2008) La historia del bolígrafo. México: inéditos

Jiménez, A. (2018). Historia del bolígrafo. México: Vanguardia



El Robot

Que quería ver



Ilustración: Autoría Propia

las estrellas

Ilustración: Autoría Propia

Valeria Garduño Mercado.

Instituto Tecnológico de Morelia. Estudiante de licenciatura.
Estudiante de Ingeniería Mecatrónica enfocada en el área de sistemas de control inteligentes.

Marcos Gutiérrez López

Instituto Tecnológico de Morelia
Investigador posdoctoral especializado en el desarrollo de sistemas de tomografía por impedancia eléctrica. Su trabajo se enfoca en la detección temprana de cáncer de mama como una medida tecnológica auxiliar de prediagnóstico.

Rebo era un robot pequeño y redondo, con una peculiaridad en sus ojos. A diferencia de otros robots, sus ojos no eran cámaras convencionales, sino sensores fotosensibles diseñados para guiarlo a través de la luz. Estos sensores, similares a fotorresistencias (LDR), variaban su resistencia eléctrica según la intensidad luminosa, permitiéndole percibir su entorno. Su brillo ámbar, suave y constante, lo hacía parecer una luciérnaga en movimiento, dándole un toque único.

Rebo había sido creado con una misión: convertirse en un explorador estelar. Sin embargo, existía un problema que sus creadores no previeron. Rebo le temía a la oscuridad.

Pero no era un miedo común. Cuando sus sensores dejaban de detectar luz, su sistema perdía referencias. Sus ruedas comenzaban a girar sin control, como un trompo, incapaz de orientarse. Para Rebo, la oscuridad no era solo la ausencia de luz, sino un vacío total de información que le impedía cumplir sus funciones.

Por esa razón, fue considerado un intento fallido y desechado.

Hasta que llegó Alba. Una noche, Alba lo encontró en su jardín, entre la basura, sucio y desorientado. Decidió ayudarlo. Lo llevó a su casa del árbol y colocó cientos de luces LED alrededor, creando un entorno iluminado donde Rebo pudiera sentirse seguro. Allí, por primera vez, Rebo pudo estar en calma.

Alba le encantaba la astronomía. Podía pasar horas observando las estrellas con su telescopio. Mientras tanto, Rebo comenzaba a sentirse incompleto. Sabía que había sido creado con una misión que aún no podía cumplir.

Explorar el cielo.

Cada vez que se acercaba a la puerta, sus sistemas internos activaban alertas:

–¡Poca luz! ¡Resistencia alta! ¡Peligro!. Y entonces retrocedía.

Un día, al regresar de la escuela, Alba encendió la televisión. En las noticias anunciaban que el Cometa de Cristal cruzaría el cielo la siguiente semana. Emocionada, Alba le dijo:

–¡Rebo, tenemos que ir a verlo! Conozco el lugar perfecto: la Colina del Silencio.

Rebo bajó ligeramente sus sensores.

–No podré acompañarte.....sabes que le tengo miedo a la oscuridad. Mis sensores no me permitirán llegar contigo.

Desde ese momento, Alba decidió que su nueva misión sería ayudar a Rebo.

Le enseñó a entender mejor sus propios sensores.

–Si hay poca luz, no significa que no haya nada;–le explicó.– Solo necesitas interpretar mejor la información. Le mostró cómo ajustar su sensibilidad.

–Cuando todo parezca oscuro... aumenta tu ganancia. Confía en lo poco que sí puedes detectar. Y así, poco a poco, Rebo aprendió.

Cuando finalmente llegó el día, Rebo estaba listo. Aún sentía miedo, pero con la ayuda de Alba, también sentía confianza.

Mientras subían la colina, la luz disminuía y su temor aumentaba. Sus sensores registraban cada vez menos intensidad luminosa. Pero esta vez no huyó.



Al llegar a la cima, Alba apagó su linterna. Por un instante, todo fue oscuridad; Rebo se sintió perdido... pero recordó: Aumentó su sensibilidad, buscó la luz. Levantó la mirada. Y entonces, su sensor se iluminó intensamente. Una señal clara, poderosa.

El cometa. Por primera vez, en medio de la oscuridad, Rebo no se perdió, se encontró. **Había cumplido su misión.**



Preguntas de reflexión:

- 1.- ¿Cuántas veces el miedo es simplemente el resultado de no tener los datos suficientes para entender una situación?
- 2.- Si vieras a un amigo que tiene miedo de intentar algo nuevo (como andar en bici o hablar en clase), ¿qué palabras usarías para ser su "luz" y ayudarlo a que confíe en sus propios superpoderes?
- 3.- ¿Qué instrucciones le escribirías tú en su computadora para que, en lugar de girar como un trompo, el robot se quede quieto y pida ayuda cuando no sepa qué hacer?
- 4.- ¿Qué es lo que realmente le pasaba al sistema de Rebo cuando se quedaba a oscuras y qué tuvo que modificar para poder ver el cometa?

Glosario:

Sensores fotosensibles: Dispositivos que detectan la luz y reaccionan ante ella. En Rebo, actúan como sus "ojos".

Fotorresistencias (LDR): Es el tipo específico de sensor que usa Rebo. Sus siglas significan Light.

Dependent Resistor. Son componentes cuya resistencia cambia según cuánta luz les llega.

Resistencia eléctrica: Es la oposición que presenta un material al paso de la corriente. En el cuento, cuando hay poca luz, la resistencia de Rebo es alta, lo que lo confunde.

Intensidad luminosa: La cantidad de luz que hay en un lugar. Rebo la mide para saber dónde está.

LED: Siglas de Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz) Son las pequeñas luces de bajo consumo que Alba usó para rodear la casa del árbol. **Ganancia:** En electrónica, es la capacidad de un sistema para amplificar una señal. Alba le enseña a Rebo a "subir su ganancia" para que pueda detectar luces muy débiles (como las estrellas) que antes ignoraba.

Sensibilidad: El nivel de respuesta de un sensor ante cambios pequeños. Al ajustar su sensibilidad, Rebo puede "ver" en la penumbra sin entrar en pánico.

Referencias:

Estrada, R. C. R., Hernández-Sánchez, A. L., Aguilar-Díaz, D. A., & Pérez-Sánchez, J. M. (2024). Sensores y tipos de sensores. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 11(21), 50-52.

Wong, M., & Schmitz, T. (2008). Utilización de sensores de luz. Mundo electrónico, (402), 50-52.

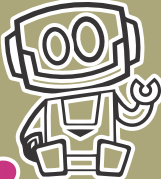
Eduardo, M. S., Francisco, M. P. G., & Angel, J. V. L. Circuito Comparador con Fotorresistencia.

Baturone, A. O. (2005). Robótica: manipuladores y robots móviles. Marcombo.

UNIDAD 5



DIVERSOS

Lectura 
Científica
2026-2027

¿Es normal lo que siento?

Diferencias entre duelo adaptativo y duelo complicado



Itzel Paulina Izquierdo López

Maestra en psicología y estudiante del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la UMSNH. Principales líneas de investigación: duelo y aplicaciones de las terapias de tercera generación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán

Roberto Oropeza Tena

Doctor en Psicología. Profesor investigador titular "C" TC, de la Facultad de Psicología de la Universidad MSNH. Profesor asignatura de Música y Tecnologías artísticas de la ENES-UNAM Morelia. Pertenecer al SNI (nivel I) y al PRODEP. Principales líneas de investigación: adicciones, modelos cognitivo conductuales y estigma.

Cuando hablamos del duelo desde la psicología nos referimos a que, cuando perdemos a alguien o algo importante, experimentamos diferentes reacciones emocionales: la tristeza, miedo, frustración y muchas más.

Muchas veces pensamos en el duelo solo cuando alguien muere. Pero también aparece en otras pérdidas: terminar una relación, mudarnos, distanciarnos de una amistad, perder un objeto significativo o vivir la muerte de una mascota.

A este proceso se le llama duelo esperado o adaptativo, porque las reacciones que aparecen tienen sentido.

Sabemos que la persona que falleció ya no estará con nosotros, o que aquello que perdimos ya no podrá volver a ser como antes. Por eso los días posteriores suelen sentirse difíciles, ¿Alguna vez te has sentido así?

Margaret Stroebe, Henk Schut y Kathrin Boerner en 2017 definieron el duelo como una vivencia que se experimenta cuando fallece un ser querido y que se manifiesta en las siguientes áreas: emocional, conductual, cognitiva y física.

¿Cómo se manifiesta un duelo adaptativo?

La manera de identificar que se estaría experimentando un duelo adaptativo, es que quizá notes los siguientes cambios: tu estado de ánimo está más bajo de lo habitual (figura 1), te cuesta concentrarte, actividades que antes disfrutabas (escuchar música, salir con amigos, jugar videojuegos, usar redes sociales) dejan de llamarte la atención.

También puede pasar que, las ganas de comer aumenten o disminuyan, tener problemas para conciliar el sueño o dormir, aparecen molestias físicas (tensión, dolor de cabeza o sensación de vacío en el estómago).

En la literatura se menciona que un duelo adaptativo puede durar entre seis meses y un año después de la pérdida, aunque esto varía mucho entre una persona y otra, por lo que normalmente no hay una duración única.

Figura 1. Persona con estado de ánimo bajo.
Fuente: <https://www.freepress.com/imagenes/mujer-dolida-136881557.html>
7144732 No. 476-2911-78861 No. 3568 que y se sonar en la



Algunas veces el necesitar más tiempo, no significa que "haya algo mal", simplemente están adaptándose al hecho de haber experimentado una pérdida.

En estos casos la atención psicológica es opcional, a menos que la propia persona lo considere necesario.

Incluso cuando se recupera el ánimo, es esperable que cuando lleguen fechas importan-

tes, como cumpleaños, aniversarios luctuosos o celebraciones familiares, pueden traer de vuelta emociones como la tristeza o la melancolía. Sentirse así no es un "error", es parte del proceso de duelo.



¿Cuáles son las características de un duelo complicado?

Algo que pasa frecuentemente es que las emociones duran más, son más fuertes y pueden interferir con actividades o momentos que son importantes.

Algunas señales del duelo complicado pueden ser que la tristeza se mantiene por largos periodos y tener la percepción de que "nunca se irá".

Se abandonan actividades que eran importantes o placenteras antes de la pérdida como realizar ejercicio, escuchar música, leer, escribir, dibujar...

Puede suceder que cuando estés disfrutando algún momento o te sientes feliz, sientas culpa por estas reacciones y pueden aparecer preguntas como "¿cómo podría estar feliz si mi ser querido falleció?" y considerar esto como algo que no es adecuado.

Este “ir y venir”, puede compararse con las olas del mar, ¿has visto cómo son? (figura 3). A veces pueden ser muy grandes, otras no tanto y a veces muy pequeñas. Todas forman parte del mismo océano. De la misma manera, todas esas variaciones forman parte de un duelo adaptativo.

Robert Neimeyer es un profesor de Psicología en la Universidad de Memphis en el 2000 escribió un libro que se llama “Aprender de la pérdida”, en el que menciona que la duración de las reacciones es diferente entre una persona a otra y que las personas no atraviesan por etapas.

Es por esto que la explicación de Stroebe y Schut resulta tan adecuada y la razón principal por la que en los últimos años se investigue respecto a cómo se comporta el proceso de duelo en las personas e identificar que el propósito final es que se llegue a la resolución y aceptar la pérdida.



¿Cómo podemos acompañar a alguien que está en duelo?

Existen varias maneras de apoyar a quien atraviesa este proceso, por ejemplo, identificar la red de apoyo y mantener el contacto, planear actividades que sean agradables y fáciles de hacer, pueden ser aquellas que la persona dejó de hacer o que quisiera realizar por primera vez (figura 4).

Recurrir a la espiritualidad o si tienen algunas creencias personales, si eso brinda consuelo.

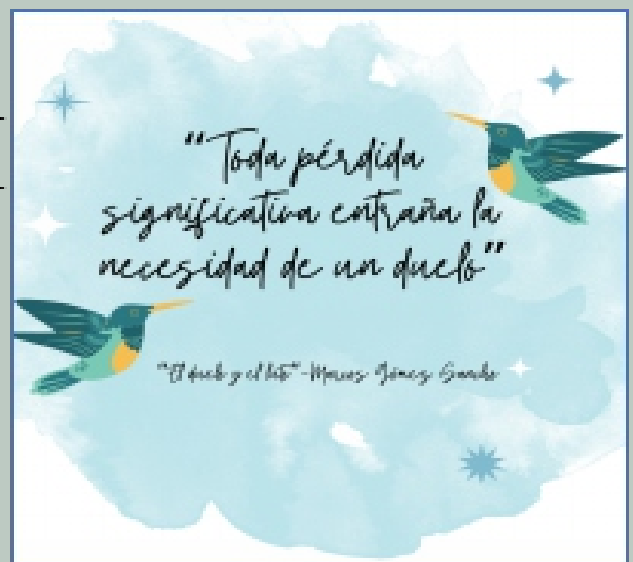
Permitir que las emociones desagradables se presenten, como la tristeza o el llanto.

Si con el paso del tiempo la persona no logra sentirse un poco más aliviada o las emociones se sienten demasiado intensas, lo más recomendable sería el asistir con una psicóloga o psicólogo para que le acompañe. Aunque hablar del duelo no siempre es fácil, es importante hacerlo, en cuanto nos sentimos con la posibilidad de poner en palabras lo que sentimos.

Entender el duelo como un proceso que cada persona vive de manera distinta y para el que necesitamos ayuda, particularmente cuando se complica, hará posible transitarlo sin sentirnos solos.

Lo importante es acompañarnos, buscar apoyo cuando lo necesitamos y permitirnos seguir adelante mientras honramos lo que nuestro ser querido significa para nosotros. Y, aunque duela, con el tiempo las emociones se acomodan.

Fuente: Elaboración propia



Preguntas de reflexión:

- 1.- ¿Identificas si en algún momento de tu vida has experimentado un duelo?
- 2.- ¿Cuál consideras que podría ser la reacción principal cuando una persona experimenta un duelo?
- 3.- ¿Cuáles señales importantes se mencionan para reconocer el duelo en un amigo o en ti?
- 4.- ¿Por qué considerarías importante hablar respecto al duelo en el ámbito escolar o con amigos?

Glosario:

Pérdida: Es la falta o ausencia de alguien o algo.

Sobrepensar: Analizar una situación, decisión o problema una y otra vez.

Aniversario luctuoso: Es la fecha en la que se conmemora el día en que falleció una persona.

Ambivalente: Aparición al mismo tiempo de dos emociones (amor/odio), dirigidas hacia una persona, situación u objeto.

Referencias:

McKee, K. & Kelly, A. (2020). Management of grief, depression, and suicidal thoughts in serious illness. *Medical Clinics*, 104(3), 503-524.

<https://doi.org/10.1016/j.mcna.2020.01.003>

Neimeyer, R. (2000). Aprender de la pérdida. Paidós.

Stroebe, M. & Schut, H. (1999). The dual process model of coping with bereavement: rationale and description. *Death Studies*, 23 (3), 197-224. <https://doi.org/10.1080/074811899201046>

Stroebe, M., Schut, H. & Boerner, K. (2017). Models of coping with bereavement: An update overview. *Studies in Psychology*, 38(3), 582-607.

Zizook, S., Iglewicz, A., Avanzino, J., Maglione, J., Glorioso, D., Zetumer, S. & Shear, M. K. (2012). Bereavement: course, consequences, and care. *Current Psychiatry Reports*, 16(10). <https://doi.org/10.1007/s11920-014-0482-8>



MÁS ALLÁ DEL PRODUCTO:



el papel de las empresas en el mundo que habitamos

José Eduardo Ramos Ramírez

Estudiante de Maestría en Desarrollo y Sustentabilidad de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Economía, Morelia, Michoacán.

Norma Laura Godínez Reyes

Profesor Investigador Asociado "C" de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas Universidad MSNH, Morelia, Michoacán. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII) Nivel I.

¿Alguna vez te has preguntado qué hay detrás de las empresas que fabrican los productos que usas todos los días, cuántos recursos se necesitan para hacerlos y cómo eso puede afectar al planeta?

Todos los días usamos objetos que parecen muy simples: una libreta para escribir, una playera, un celular, una botella de agua o los alimentos que compramos. Pero esos productos no aparecen solos. Detrás de cada uno hay una o varias empresas que se encargan de buscar las materias primas, transformarlas, transportarlas y llevar el producto hasta donde lo necesitamos. Es decir, cada producto tiene una especie de "viaje" antes de llegar a nuestras manos.

Podemos imaginar ese viaje como una cadena de pasos. Primero, una empresa obtiene los materiales. Después, otra empresa los convierte en un producto útil. Más adelante, otra empresa se encarga de moverlo de un lugar a otro, y otra más lo vende en tiendas o mercados. En cada uno de esos pasos se usan recursos como agua, energía eléctrica, papel, plástico, metal o combustible; por eso, lo que hacen las empresas no solo importa para vender o ganar dinero, sino también para cuidar o dañar el medio ambiente y afectar a las personas que trabajan en esos procesos o que compran esos productos.

Además, ese viaje no termina cuando usamos el producto. A veces, cuando ya no sirve, se convierte en basura. Otras veces puede reutilizarse, repararse o reciclarse. Esto es importante porque no todos los productos deberían terminar en un bote de basura. Pensemos, por ejemplo, en una botella de plástico: puede tirarse después de usarse una sola vez y convertirse en basura que contamina, o puede reciclarse y volver a usarse en otra forma. Lo mismo pasa con muchas cajas, envases y empaques que usamos todos los días.

Aquí es donde aparece una idea muy importante: no todas las empresas producen de la misma manera. Hay empresas que buscan gastar menos agua, menos energía o menos materiales. También hay empresas que procuran que sus trabajadores tengan un trato justo, un salario adecuado y condiciones seguras para trabajar. Estas empresas no piensan solo en vender productos; también piensan en las personas y en el lugar donde trabajan.

A este tipo de empresas se les conoce como empresas con Responsabilidad Social Empresarial. Aunque el nombre puede sonar largo, la idea es sencilla: una empresa responsable es la que hace su trabajo pensando no solo en las ganancias, sino también en el cuidado de las personas y del planeta. Es como si en un equipo de fútbol un jugador no pensara solo en meter goles, sino también en ayudar al equipo, respetar las reglas y jugar limpio. Si alguien hace lo contrario, el equipo puede perder. Algo parecido pasa con las empresas: si no cuidan su impacto, pueden causar problemas grandes para muchas personas.

¿Cómo podemos saber si una empresa es "normal" o si es una Empresa Socialmente Responsable? ¡Es más fácil de lo que parece! La próxima vez que vayas al supermercado o a una tienda, conviértete en un detective y busca en las etiquetas de los productos un cuadrito con las letras ESR.

Este pequeño sello es el Distintivo ESR (Empresa Socialmente Responsable), y funciona como una especie de "medalla" que el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi) le entrega a las empresas en México cuando demuestran que cuidan el agua, no contaminan, tratan bien a sus trabajadores y ayudan a la sociedad.



Figura 1 El consumo responsable al momento de hacer nuestras compras
Nota. Nuestro consumo responsable ayuda al cuidado del planeta y la sociedad. Imagen generada con IA (Copilot, 2026).

Para que te des una idea más clara, piensa en Grupo Bimbo. Seguramente has comido alguno de sus panes. Esta empresa se dio cuenta del daño que el plástico le hace al planeta, así que comenzaron a utilizar empaques sustentables y reciclables. Además, para repartir sus productos sin contaminar el aire que respiramos, utilizan camionetas eléctricas; ¡de hecho, tienen la flotilla de vehículos eléctricos más grande de todo México y Latinoamérica!



Figura 2 Flotilla de reparto eléctrico y energía limpia Nota: Representación de los vehículos eléctricos y el suministro de energía eólica de Grupo Bimbo . Elaboración por Inteligencia Artificial (Copilot, 2026).

Otro gran ejemplo lo tenemos cuando vamos al cine. Cinépolis, una empresa orgullosamente michoacana, tiene un programa llamado "Del Amor Nace la Vista". A través de su fundación, invitan a las personas a donar 5 pesitos al comprar sus boletos o palomitas. Ese dinero no se lo quedan ellos, sino que lo usan para pagar cirugías de los ojos a personas de escasos recursos que están perdiendo la vista por cataratas. Así que, además de entretenernos, están mejorando la vida de miles de mexicanos.

Con estos ejemplos, podemos ver que cuando elegimos comprar productos o servicios de una Empresa Socialmente Responsable, estamos apoyando a que sigan haciendo cosas buenas por el mundo. ¡Nuestro consumo se convierte en un súper poder!

Volvamos a pensar en una botella de plástico. Su historia no empieza en la tienda ni termina cuando la tiramos. Antes de que llegue a nuestras manos, una empresa tuvo que conseguir el material para fabricarla, otra la produjo, otra la transportó y otra la vendió. Después de usarla, esa botella puede terminar contaminando calles, ríos o mares. Pero también puede ser reciclada o reutilizada si fue hecha pensando en eso desde el principio. Esto nos ayuda a entender que cada producto tiene una historia completa, y esa historia no tiene que terminar cuando lo compramos. Por eso es tan importante hablar de producción responsable.

Esto significa que las empresas no solo deben pensar en fabricar un producto, sino también en cómo lo fabrican, cuánto contaminan, cuánta energía usan, cuánto dura y qué pasará con él después.

Una empresa responsable intenta hacer productos que duren más tiempo, que se puedan reparar o que puedan reciclarse. Algunas empresas usan materiales reciclados para fabricar bolsas, envases o cuadernos. Otras hacen campañas para recuperar sus productos usados y darles un segundo uso. Un ejemplo cercano son los envases retornables: llevar una botella vacía a la tienda para cambiarla por una llena ayuda a reducir basura y aprovechar mejor los materiales.

Todo esto se relaciona con una idea más grande llamada Desarrollo Sostenible. Este concepto significa que debemos satisfacer nuestras necesidades de hoy sin afectar la vida de quienes vendrán después. Dicho de forma sencilla, se trata de usar los recursos con cuidado para que el planeta también pueda seguir ayudando a las próximas generaciones. Es como cuando cuidas una caja de colores para que otra persona también pueda usarla después.

De la misma forma, podemos imaginar al planeta como un cuerpo vivo. Si una parte se daña, todo el cuerpo lo siente. Por ejemplo, si el aire está contaminado, las personas respiran

contaminantes que los pueden enfermar; si el agua está sucia o se desperdicia, las comunidades no tendrán agua suficiente en casa; si los bosques desaparecen, los animales pierden su hogar y el clima cambia. Por eso, lo que hacen las empresas también importa mucho: sus decisiones pueden ayudar a cuidar ese "cuerpo" o pueden dañarlo más.

Frente a problemas como la contaminación y el cambio climático, las empresas socialmente responsables son muy importantes. No basta con que una empresa gane dinero; también debe cuidar el ambiente, respetar a las personas y usar los recursos de manera inteligente. Esto incluye pagar de forma justa, evitar contaminar, reducir basura y buscar nuevas formas de producir sin hacer tanto daño.

Comprender esto nos ayuda de dos maneras: Primero, nos permite ver que las empresas tienen una gran responsabilidad en el mundo que habitamos. Segundo, nos ayuda a entender que nuestras decisiones como consumidores también cuentan. Cuando elegimos productos que duran más, que se pueden reutilizar o que fueron hechos de forma responsable, estamos apoyando formas de producción que cuidan más al planeta. Aunque parezcan acciones pequeñas, cuando muchas personas las realizan, pueden generar cambios importantes.

Al final, cada producto que usamos tiene una historia, y cada decisión que tomamos también. Entender la responsabilidad social empresarial permite ver que el desarrollo no debe separarse del bienestar de las personas ni del cuidado del medio ambiente. Todos formamos parte del mismo planeta, y también de la responsabilidad de cuidarlo y decidir qué tipo de futuro queremos construir.

Preguntas de Reflexión:

1. ¿Qué productos usas todos los días y qué crees que ocurre antes de que lleguen a tus manos?
2. ¿Además de buscar el distintivo ESR, qué diferencias puedes identificar entre una empresa responsable y una que no lo es?
3. ¿De qué manera tus decisiones al comprar o usar productos pueden ayudar al planeta?
4. ¿Cuáles son dos acciones que podrías empezar a realizar para consumir de manera más responsable?

Glosario:

Responsabilidad Social Empresarial: Forma de actuar de una empresa pensando no solo en ganar dinero, sino también en cuidar a las personas y al medio ambiente.

Desarrollo Sostenible: Manera de crecer y avanzar sin dañar los recursos que necesitarán las futuras generaciones.

Producción responsable: Forma de fabricar productos cuidando los recursos, reduciendo la contaminación y pensando en qué pasará con ellos después de usarlos.

Ciclo de vida del producto: Es todo el recorrido de un producto: desde que se obtiene la materia prima hasta que se usa y se desecha o recicla.

Consumo responsable: Elegir y usar productos de manera consciente, pensando en su impacto en el ambiente y en la sociedad.

Referencias:

Centro Mexicano para la Filantropía. (2025). Política de evaluación para la acreditación del Distintivo ESR. CEMEFL. <https://www.cemefl.org/wp-content/uploads/2025/01/Politica-de-evaluacion-enero-2025.pdf>

Cinencuadre. (4 de agosto de 2024). ¡Del Amor Nace La Vista! Fundación Cinépolis va por las 4 mil cirugías en 2024. Cinencuadre. <https://www.cinencuadre.com.mx/del-amor-nace-la-vista-fundacion-cinepolis-va-por-las-4-mil-cirugias-en-2024/>

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1988). Nuestro futuro común. Alianza Editorial.

Gómez Orea, D. (2003). Evaluación de impacto ambiental (2.ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa.

Grupo Bimbo. (14 de agosto de 2023). Grupo Bimbo duplicará este año su flotilla de vehículos eléctricos en México. Grupo Bimbo Prensa. <https://www.grupobimbo.com/es/prensa/comunicados/medio-ambiente/grupo-bimbo-duplicara-este-ano-su-flotilla-de-vehiculos>



Lectura Científica

2026-2027

