



# Lectura Científica

2025 ~ 2026

NIVEL  
**MEDIO SUPERIOR**



**Cuarta edición:** Octubre 2025. 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. 04-2022-08301125400-102, 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 10 de Noviembre de 2025

Certificado de licitud de Título y contenido: En trámite.

## Reserva de derechos al uso exclusivo

### Autores (as)

Jesús Armando Lucas Bautista  
Martín Alonso Lerma Herrera  
Juan Javier Guillén Arroyo  
Oliverio Delgado Carrillo  
José Armando Magaña González  
Esthela Rodríguez García  
Ana Claudia Nepote González  
Luis Jesús Peña Vázquez  
José Manuel Oregel Zamudio  
Brenda Crystal Suárez Espinosa  
Fernanda Pérez García  
Jennifer López Chacón  
Luis Fernando Ortega Varela  
Ariadna Marisol Flores Morales  
Adrián Alonso López  
Héctor Rocha Uribe  
Francisco Raúl Casamadrid Pérez

### Coautores (as)

Juan Ramiro Pacheco Aguilar  
David Calderón Rangel  
María Valentina Angoa Pérez  
José Andrés Barajas Chávez  
Dioselina Álvarez Bernal  
Gerardo Loreto Gómez  
Miriam Sedano Mendoza  
Alfredo Raya Montaña  
Amrri Dimitree Gómez Ponce  
Juan Luis Mora Rosas  
María Dolores Uribe Salas  
Gabriela Ruiz de la Torre

## **Evaluadores (as):**

María Lilitiana Ávalos Rodríguez  
Ek del Val de Gortari  
Judit Araceli Aviña Verduzco  
María Elena Rivera Heredia  
Elia Mercedes Alonso Guzmán  
Anel Gómez García  
Ana María Méndez Puga  
Juana María Rangel Vargas  
José Juan Alvarado Flores

Coordinación:  
"Ciencia en la escuela de Educación Básica"

## **Corrección Ortográfica y de Contenido**

Juan Matilde Cabrera  
"Ciencia en la escuela de Educación Básica"  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN BÁSICA

**Morelia, Michoacán  
Edición 2025  
PROHIBIDA SU VENTA**

## **Coordinación Editorial**

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  
**Editorial Reyes Impresores**

Jorge Alberto Leal Salguero  
**Diseñador Gráfico**

Juan Matilde Cabrera  
**Colaborador Editorial**

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

## 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

**Roberto E. Monroy García**  
Secretario de Turismo

**Gladyz Butanda Macías**  
Secretaria de Desarrollo Urbano y Movilidad

**Elías Ibarra Torres**  
Secretario de Salud

**Cuahtémoc Ramírez Romero**  
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

**Rogelio Zarazúa Sánchez**  
Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas

**Gabriela Desireé Molina Aguilar**  
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.

**Azucena Marín Correa**  
Secretaria de Contraloría

**Záyin Dáleth Villavicencio Sánchez**  
Coordinadora General e Comunicación Social



## 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

**Ricardo Gaytán Legaria**

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**

Octavio Tena Torres

# Comité Académico

## **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN (SEE)**

Luis Armería Zavala

## **SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN BÁSICA**

Jaime Aguilar Corona

Juan Matilde Cabrera

María Guadalupe Guzmán Martínez

## **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CAMPUS MORELIA (UNAM)**

Ana Claudia Nepote González

## **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)**

Azucena Isabel Flores López

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

Tiberio César Abrego Rangel

## **COLEGIO DE BACHILLERES DEL ESTADO DE MICHOACÁN (COBAEM)**

Austreberta Correa Cardoso

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

Celene Guadalupe García Coria

## **INSTITUTO NACIONAL PARA LA EDUCACIÓN DE LOS ADULTOS (INEA)**

Viridiana González Pineda

Ana María Chávez García

## **CONSEJO NACIONAL DE FOMENTO EDUCATIVO (CONAFE) MICHOACÁN**

María Lucila Campos Gómez

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

José Ernesto Vargas Hernández

## **SISTEMA MICHOACANO DE RADIO Y TELEVISIÓN (SMRTV)**

Benjamín Mendoza Madrigal

# Instituciones Organizadoras

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
EN EL ESTADO (SEE)  
Gabriela Desireé Molina Aguilar  
**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  
(IEMSYSEM)  
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  
del Estado de Michoacán**

SISTEMA MICHOACANO DE RADIO Y TELEVISIÓN  
Sergio Pimentel Mendoza  
**Director General**

# Presentación

## Libros de Lectura Científica

El libro que ahora tienes en tus manos es resultado de una idea que inició hace veinte años aquí en Michoacán. Desde el inicio del Programa de Lectura Científica, la intención ha sido compartir con las y los jóvenes lectores y sus profesores, historias de ciencia y tecnología contadas desde una perspectiva de divulgación científica.

La divulgación de la ciencia tiene como propósito hacer más accesible el conocimiento especializado a la sociedad, para estimular la curiosidad, despertar interés por los avances científicos y tecnológicos, informar sobre el quehacer de quienes se dedican a estos campos del conocimiento y promover un pensamiento crítico en la población.

Con esta edición celebramos veinte años de un compromiso colectivo por impulsar la divulgación escrita de la ciencia, principalmente la que realizan investigadores, científicas y científicos en las diversas instituciones de investigación y de educación superior en Michoacán. La lectura es una parte fundamental en la generación del conocimiento, a través de ella pensamos y dialogamos con otros autores que nos brindan nuevas ideas y puntos de vista distintos a los propios.

A nivel mundial se estima que el hábito lector ha caído drásticamente y esto tiene un impacto en la capacidad de comprender ideas, realizar análisis de situaciones cotidianas y desarrollar un pensamiento crítico. Por esta razón, buscamos cómplices de la lectura a través de las autoras y autores que contribuyen generosamente con los textos que integran las ediciones; y también buscamos alianzas de largo plazo con autoridades del sector escolar, el personal docente y las madres y padres de familia que encuentran una motivación por el aprendizaje y el disfrute del saber a través de la palabra escrita.

Nuestra apuesta es que estos textos inspiren lecturas en voz alta en espacios escolares y en familia para comentar las ideas compartidas en esta edición; e incluso motivar la visita a bibliotecas, librerías o universidades como parte de la construcción de un imaginario científico. Nos gustaría que nuestros lectores y sus profesores conozcan los intereses y hallazgos de las autoras y autores que esta colección presenta a través de 39 textos seleccionados. Leer no es solo descifrar letras, también invoca a ser creativos.

**¡Disfruten los textos!**

**Ana Claudia Nepote González**

Atentamente



# Introducción

## Libros de Lectura Científica



Desde el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán nos complace presentar este nuevo número del Programa de Lectura Científica 2025-2026.

Al igual que en las ediciones anteriores, hemos puesto especial cuidado en la selección de textos que impacten en las y los lectores, en aras de abonar a la construcción de una sociedad que adopte el conocimiento científico como una piedra angular de la cultura. Citando las palabras de la física, astrónoma y gran divulgadora de ciencia Julieta Fierro Gossman (1948-2025), "La ciencia es una forma de entendernos a nosotros mismos", incorporamos esta reflexión como uno de los objetivos del Programa. Que nuestras niñas, niños y jóvenes palpen el conocimiento científico a través de sus interrogantes y la búsqueda de respuestas, y que lo integren a su quehacer cotidiano. En este número encontraremos textos de todas las áreas del conocimiento con temas actuales de interés general como la inteligencia artificial o los vehículos eléctricos, pero también hay muchos textos que nos hacen reflexionar sobre el entorno que nos rodea, como los polinizadores, los microorganismos, o comprender mediante textos sencillos diversos conceptos básicos de la física o la química. Resulta muy relevante que muchos de los textos comunican conocimiento de temáticas locales, como el comprender de dónde provienen nuestros alimentos, o aprender sobre la historia geológica del lago de Pátzcuaro. Al entender nuestro entorno, aportamos al fomento de un sentido de identidad el cual abona a la empatía y a la construcción de ciudadanía.

Invitamos a las y los lectores a que el ejercicio de la lectura de los presentes textos les permita maravillarse, que puedan reflexionar sobre el impacto de la tecnología en nuestra vida cotidiana, que algunos de los textos den respuesta a sus interrogantes, y que les permitan generar nuevas preguntas para construir en comunidad una sociedad informada que pueda tomar mejores decisiones con base en el conocimiento científico.

Una sociedad que incorpora la ciencia en el día a día es más empática, más resiliente y más justa.

**¡Con ciencia y tecnología Michoacán es mejor!**

**Dra. Alejandra Ochoa Zarzosa**  
Directora General  
**ICTI**



Leé



Investiga



Comenta

INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

## NIVEL MEDIO SUPERIOR



### Biología / Unidad 1

**Pág. 13**

Cupido flechado por la oxitocina.

**Pág. 17**

Operación tamarindo:  
Un tesoro natural con potencial  
farmacológico y cotidiano.

**Pág. 21**

ChatGPT: El nuevo aprendiz

**Pág. 24**

Los otros zumbadores:  
Las moscas como polinizadoras.

**Pág. 29**

Biomoléculas: La química secreta  
que nos mantiene vivos.



### Ecología / Unidad 2

**Pág. 35**

La otra cara del fuego:  
Conocer para proteger.

**Pág. 39**

Periodismo ambiental.

**Pág. 43**

El idioma secreto de las plantas.

**Pág. 48**

¡Auxilio, el suelo sabe a sal!  
El dilema de las tierras  
que no dan frutos.



### Tecnología / Unidad 3

**Pág. 55**

¿Qué son los vehículos eléctricos?



### Ingeniería en Materiales / Unidad 4

**Pág. 61**

Nada se desperdicia: Materiales compuestos con historia verde.



### Economía / Unidad 5

**Pág. 66**

¿Y si la economía fuera un experimento de física?



### Salud / Unidad 6

**Pág. 71**

El origen astronómico del Índice  
de Masa Corporal: Una aportación de  
Adolphe que telet.

**Pág. 81**

¿Qué pasa con tu cuerpo  
si no hay gravedad?

**Pág. 76**

Tenebrios: Viscosos pero  
sabrosos.



### Geografía / Unidad 7

**Pág. 86**

El misterio de las islas perdidas:  
¿Cómo era el lago de Pátzcuaro hace 500 años?



### Diversos / Unidad 8

**Pág. 94**

Los caminos para llegar a una escuela libre de violencia.

# Índice



NIVEL  
**MEDIO  
SUPERIOR**

**Lectura  
Científica**  
2025 ~ 2026



# BIOLOGÍA

---



1

UNIDAD

---





# Cupido Flechado por la Oxitocina

**Autor:****JESÚS ARMANDO LUCAS BAUTISTA**

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.

Semblanza: Doctor en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos e investigador en temas de extractos de plantas contra fitopatógenos.

Lugar de residencia: Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

Correo electrónico: lukairo21@gmail.com

**Coautor:****JUAN RAMIRO PACHECO AGUILAR**

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.

Semblanza: Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Querétaro, interesado en temas de biofertilizantes y biotecnología agrícola.

Lugar de residencia: Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

Correo electrónico: juanramiro19@yahoo.com

## Cupido flechado por la oxitocina

Una mañana lluviosa en la ciudad de Nueva York, Helen, una hermosa joven empresaria, despertó decidida a cambiar algo de su vida; se encontraba muy triste, ya que días atrás había terminado la relación sentimental con su novio y solo quería distraerse un poco. Así que se dirigió a la casa de subastas Sotheby's en Manhattan, Nueva York.

Luego de ver varios cuadros de la exhibición del 19th Century European Art, llegó al cuadro de "L'Amour et Psyché" (El Amor y Psique) del pintor francés William Bouguereau realizado en el año de 1899. A lado del cuadro había una ficha de la obra que contaba el mito Greco romano de la siguiente manera:

Psique era una princesa de belleza incomparable, tanto que la gente la adoraba como sin fuera una diosa, despertando los celos de Venus, la Diosa del amor. Enfurecida, Venus ordenó a su hijo Cupido que le clavara una flecha de oro oxidado para que Psique se enamorara del ser más feo del mundo. Pero Cupido, al verla, se enamoró perdidamente de ella y desobedeció a su madre, así que la llevó a su palacio mientras dormía. Cupido solo se presentaba ante ella en la oscuridad de la noche, ya que no quería que los viera su madre ni que Psique supiera quién era él, prohibiéndole cualquier indagación sobre su identidad.

Psique vivió feliz, aunque con el tiempo, su curiosidad pudo más que la confianza: una noche encendió una lámpara y descubrió que era el propio Cupido. Una gota de aceite hirviendo le cayó en la cara a Cupido y, decepcionado por su traición, la abandonó.

Psique, muy arrepentida, buscó a Venus para que le ayudara a recuperar a su amado. Venus, rencorosa, le dice que vaya al Hades y le pida a Perséfone un poco de belleza para su hijo y, que la guarde en una caja negra que ella misma le dio; Psique, una vez que lo logró, abrió la caja para tomar un poco de belleza para sí misma, pero dentro había un profundo sueño. Cupido, quien la había perdonado, va en su búsqueda para limpiar el sueño de sus ojos y le pide a sus padres, Venus y Júpiter, el permiso de casarse con Psique; éstos aceptaron y Júpiter la hizo inmortal. Venus bailó en su boda y la hija que tuvieron la llamaron "Voluptas", es decir, Placer.



Fuente: elpais.com

Después de leer el mito, Helen se maravilló con la pintura que muestra el momento en que Cupido lleva Psique a los cielos para hacerla su esposa. No pudo evitar que se le salieran algunas lágrimas al recordar a su ex novio con el que se iba a casar.

Un joven doctor de buen porte por nombre Max, que también se encontraba en la exhibición; al ver Helen llorar, se acercó a ella observando el cuadro.

**MAX:** ¿Es lindo no? (Pregunta a Helen)

**HELEN:** Sí, es hermoso. (Le contesta mientras se seca las lágrimas).

**MAX:** Es lindo mientras dura. Solo aguanta dos años. Tres por lo mucho.

**HELEN:** ¿Solo durará tres años? (Pregunta sorprendida pensando que se refería al cuadro).

**MAX:** No me refiero al cuadro, sino al amor: El maravilloso juego de hormonas que nos conforman.

**HELEN:** ¿Qué estás diciendo? (Pregunta desconcertada).



**MAX:** Claro. El enamoramiento es parte de un proceso bioquímico que se inicia en la corteza cerebral y que se difunde al sistema endócrino.

**HELEN:** ¿Cómo puede ser eso?

**MAX:** Mira... Se puede catalogar el enamoramiento en tres etapas: La primera es la lujuria, ocurre cuando las personas empiezan a atraerse de manera irracional por lo sexual. Está dirigida por las hormonas denominadas testosterona y estrógeno.

En esta etapa no se puede pensar ni tomar decisiones; solo se es un adicto de manera similar a la etapa de alguien que prueba drogas.

**HELEN:** ¿Semejante a los drogadictos? (Pregunta en tono sarcástico).

**MAX:** Así es, están presentes en ellos las mismas hormonas. La siguiente etapa está más dirigida hacia la persona que elegimos; se encuentran presentes las hormonas de dopamina, adrenalina y serotonina. Aquí nos volvemos locos por la persona. ¿Te ha pasado?

**HELEN:** Muchas veces. Creo que ahora están presentes en mí estas hormonas. (Responde Helen con una sonrisa melancólica).

**MAX:** La última etapa ocurre cuando la pareja decide estabilizar la relación, dando el paso al matrimonio o a tener sexo. Está dominada por las hormonas de vasopresina y oxitocina. Un dato interesante, es que la oxitocina se encuentra presente en el momento del parto y en la lactancia e, incluso, es utilizada por vía intravenosa para inducir el parto y estimular las contracciones uterinas una vez que se ha iniciado la labor. Lo realmente divertido es que la oxitocina nos vuelve totalmente ciegos de amor; se siente una total dependencia por la persona amada, se acelera el corazón al verla o tocarla, se piensa en todo momento en ella o él... En fin. Se está totalmente ciegos de amor.

**HELEN:** Por eso yo estaba ciega. (Piensa en voz alta).

**MAX:** ¿Estabas enamorada?

**HELEN:** Sigo enamorada. Solo que estaba tan ciega que no veía que mi ex no apostaba más

por nuestro amor. Llevábamos ya un año y medio. (Se entristece un poco).

**MAX:** Lo siento mucho. Pero no te preocupes. La oxitocina se apaga en dos años. Así que te quedan 6 meses aproximadamente de estar pensando en él locamente. La capacidad de enamorarnos y desenamorarnos viene de nuestros genes.

**HELEN:** ¿Me estás diciendo, entonces, que no tenemos capacidad de decidir? ¿Qué viene todo programado?

**MAX:** Así es. Es curioso, pero hasta el mismo Cupido debió haber producido la hormona del amor. Y, seguramente, a los tres años Psique se hubiera devuelto a la Tierra porque se le acabó el amor. (Sonríe en tono de burla).

**HELEN:** Pues yo no lo creo. (Dice un poco molesta). Es cierto que me duele mucho, pero yo decido de quién enamorarme conforme conozco a la persona. Solo es cuestión de que asimile las cosas y me perdone a mí misma por no aceptar el mal que me estaba haciendo esa relación que estancaba mis sueños y que no me permitía crecer como persona; por seguir con alguien que no creía en mí ni me valoraba y, por aceptar ser secundaria en su vida y no querer darme la oportunidad con alguien que sí me apreciara. Porque, si algo aprendí de esta experiencia es que no gastaré mi tiempo con personas equivocadas que no están dispuestas a gastar el suyo por mí.

**MAX:** Deja de pensar en eso. No te culpes ni lo culpes. Las únicas culpables son las hormonas, espero que tus genes vuelvan a fabricar oxitocina. Te recomiendo que rías mucho, que pienses y sientas positivamente, que hagas los entornos agradables a tu alrededor, que viajes, que ayudes a los demás, que hagas ejercicio y que hagas el amor. Todo eso también produce la liberación de oxitocina y, de esta manera, estarás más contenta y bien.

**HELEN:** Pues con la oxitocina o sin ella, cuando comienzo una relación, no pienso en que en un tiempo determinado se acabará. Incluso, si estoy llena o vacía de todas las hormonas, me enamoro sinceramente y me permito sentirlo. (Helen se da la vuelta un poco molesta para retirarse del lugar).

**MAX:** Por cierto, come chocolates. (Le dice Max). El azúcar también produce oxitocina, también cura el estrés y facilita la relación social con otras personas, que creo que es lo que te falta: aceptar los puntos de vista de los demás. Así volverás a encontrar el amor.

**HELEN:** Pues con tanta teoría, dudo que alguien se pueda enamorar de ti. (Helen volteo y se acerca a él molesta). Así que vas a necesitar todos tus consejos para fabricar oxitocina, pues con una pareja no lo lograrás.

La belleza y la perseverancia, cuya conclusión es que el amor lo conquista todo. (Se marcha del lugar un poco triste por las palabras de Max).

Tiempo después, Helen lee en un diario que el cuadro de Cupido y Psique fue vendido en \$2,210,500.00 dólares. Más de lo que se esperaba. Helen piensa que quien haya decidido comprarlo, debió haber estado enamorado profundamente del amor decidido por sí mismos.

## Preguntas de reflexión

1. ¿De qué manera influye la oxitocina en nuestras decisiones afectivas, y hasta qué punto somos conscientes de ello?
2. ¿Podemos distinguir racionalmente entre lo que sentimos por causa de hormonas y lo que decidimos emocionalmente por experiencia?
3. ¿Qué papel juegan las hormonas como la dopamina, serotonina u oxitocina en la construcción de una relación duradera?
4. ¿Es posible estimular de forma natural la liberación de oxitocina sin depender exclusivamente de relaciones románticas?

## Glosario:

- **Oxitocina:** Hormona relacionada con el apego, el placer emocional y la empatía; se libera en el parto, la lactancia, el contacto físico y durante las relaciones afectivas.
- **Dopamina:** Neurotransmisor vinculado al placer, la recompensa y la motivación; se libera en las primeras etapas del enamoramiento.
- **Testosterona/estrógeno:** Hormonas sexuales que influyen en el deseo sexual y la atracción física inicial.
- **Corteza cerebral:** Región del cerebro donde se procesan.

## Referencias:

- Carter, C. S. (2022). Oxytocin and love: myths, metaphors and mysteries. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 9, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2021.100107>
- El País. (2010, 24 de abril). 'Cupido y Psique', vendido por más de un millón y medio de euros. [https://elpais.com/cultura/2010/04/24/actualidad/1272060002\\_850215.html](https://elpais.com/cultura/2010/04/24/actualidad/1272060002_850215.html)
- Slater, L. (2008). Love, the thing called love. *National Geographic Magazine*. Obtenido de: [https://www.nationalgeographic.com/science/?fbclid=IwAR2YE18L1q2LCT\\_6yAitEGKRbwgJHxAmSw4bwx2cwrcEaW72okSrfqpkQ](https://www.nationalgeographic.com/science/?fbclid=IwAR2YE18L1q2LCT_6yAitEGKRbwgJHxAmSw4bwx2cwrcEaW72okSrfqpkQ)





# Operación Tamarindo:

Un **Tesoro Natural** con **Potencial**  
Farmacológico y Cotidiano

**Autor:**

**MARTÍN ALONSO LERMA HERRERA**

Licenciatura en Química y Maestro en Ciencias  
Químico-Biológicas por la UACJ.  
Doctorado en Ciencias Químicas en la UMSNH.

**Coautor:**

**DAVID CALDERÓN RANGEL**

Químico Farmacobiólogo, Maestro en Ciencias  
Químicas, Doctor en Ciencias Químicas por la  
UMSNH.  
Post Doctorado en Universidad de Guanajuato.

Correo electrónico: [oggutierrez@ucemich.edu.mx](mailto:oggutierrez@ucemich.edu.mx)

Correo electrónico: [vangoa@ipn.mx](mailto:vangoa@ipn.mx)

## ¿Qué es el tamarindo y por qué nos interesa estudiar su cultivo?

El tamarindo (*Tamarindus indica* L.) es un árbol tropical de hasta 30 m de altura, la floración ocurre entre marzo y mayo, siendo el fruto la parte más conocida del árbol, el cual es una vaina de forma curva, de color marrón de entre 5 y 20 cm de largo por 2 o 3 cm de diámetro, éste produce una pulpa de sabor agridulce muy usada en bebidas, dulces y remedios caseros (**Figura 1**). Además, sus hojas, corteza y semillas han sido reportadas por sus propiedades medicinales, como antioxidante, antiinflamatoria, antipirético, propiedades antimicrobianas, tratar problemas de digestión, además se le ha considerado un laxante natural.



Figura 1. Usos del Tamarindo. Tomado de: <https://images.app.goo.gl/foqVchSbkc1quUWv5>, <https://images.app.goo.gl/LVGjMtVmmDr3M32v5>

Hoy en día, dentro de los principales productores y consumidores del fruto se encuentra México, el Caribe Colombiano y el norte de Perú.

Comprender el valor del tamarindo implica conocer a fondo como se cultiva, que compuestos químicos tiene y sus múltiples aplicaciones. Esto permite dimensionar su importancia para la alimentación, la economía local y el cuidado del medio ambiente.

### Cultivo y producción en Michoacán.

En particular se puede destacar que en Michoacán el árbol de tamarindo se adapta bien al clima cálido y seco, lo cual lo hace ideal para las regiones costeras y de tierras bajas del

sur de Michoacán, como en los municipios de Lázaro Cárdenas, Arteaga, Aquila, Coahuayana entre otros por mencionar, las familias lo cuidan y cultivan con cariño para que crezca fuerte y sano (**Figura 2**).



Figura 2. Tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Tomado de: <https://sl.bing.net/joARI1BkLSe>

En todo México en 2021 se produjeron 52,189 toneladas de tamarindo y Michoacán aportó alrededor de 4,441 toneladas, ocupando el cuarto lugar a nivel nacional, esto muestra cómo muchas familias encuentran en este árbol una forma de sustento económico y la manera de diversificar sus cultivos (**Figura 3**).



Figura 3. Producción de Tamarindo a Nivel Nacional. Modificado de: <https://sl.bing.net/ekSzFRd0rSK>

### ¿Cómo se realiza el cultivo de tamarindo?

Imagina que el tamarindo inicia su aventura desde una pequeña semilla o en algunos casos, con un impulso extra gracias al injerto. Si lo plantas por semilla, requiere paciencia debido a que puede tardar de 7 a 10 años en dar frutos, mientras que con injerto florece y fructifica en menos tiempo, como si tuviera un pequeño atajo mágico hacia la madurez.



Durante los primeros años se requieren cuidados básicos como protegerlo de heladas ligeras y evitar encharcamientos en sus raíces, y conforme crece, desarrolla una raíz profunda que le ayuda a resistir periodos de sequías moderadas, además, como especie resistente, prefiere suelos bien drenados y climas cálidos con lluvias distribuidas a lo largo del año.

La cosecha ocurre cuando llega la estación seca entre enero y abril en la región, las vainas se dejan madurar al sol y se cosechan cuando su cáscara adquiere un tono marrón quebradizo como si fueran “paquetes mágicos” llenos de pulpa ácida y dulce. Esa pulpa se convierte en bebidas refrescantes, dulces tradicionales o pequeños remedios caseros. Siendo un claro ejemplo de cómo la ciencia de la alimentación local combina sabor y salud.

Para mantener un árbol sano y productivo, las familias realizan podas ligeras, vigilan plagas con métodos amigables (por ejemplo, insectos buenos que se alimentan de los malos) y, si el año es muy seco, le dan un poco de riego extra para ayudarlo a producir vainas sabrosas.

Además, el cultivo del tamarindo promueve un ciclo sostenible: cada vaina es una sorpresa, semillas pueden sembrarse para nuevos árboles o triturarse como abono orgánico, devolviendo nutrientes al suelo. Por lo tanto, este árbol o la pulpa no solo alimenta, sino que también enseña una lección de equilibrio natural: es decir nada se desperdicia y todo contribuye a mantener la tierra saludable para continuar el ciclo de vida.

El tamarindo en Michoacán es más que un cultivo, es un aliado o compañero de exploración del conocimiento y la cultura. Este árbol combina la ciencia (con prácticas agronómicas basadas en estudios publicados) y la tradición (la experiencia de las familias), enseña valores como la paciencia (cuidar suelo, agua y plagas) y creatividad (variedad de formas en que se utiliza su fruto).

## **Comparación con otros lugares del mundo.**

A nivel mundial, India es el principal productor de tamarindo con alrededor de 250,000–300,000 toneladas por año. Tailandia también cultiva extensamente tamarindo, compartiendo clima cálido y suelos adecuados como Michoacán.

En México se consume principalmente en consumo local, mientras en India gran parte va a la industria alimentaria y exportación.

Una actividad didáctica sencilla es localizar en el mapa India, Tailandia y Michoacán, comparando su clima y suelos, y discutir cómo el clima favorece el cultivo de tamarindo.

Así, el árbol se convierte en una herramienta educativa que enseña sobre ecología, geografía, alimentación y sostenibilidad.

## **Composición y valor nutricional.**

La pulpa del tamarindo no solo destaca por su característico sabor agridulce, también por su alto valor nutricional:

- Tiene fibra dietética, que favorece el tránsito intestinal y previene el estreñimiento.
- Azúcares naturales, fuente rápida de energía rápida, ideal para cuando necesitamos un impulso.
- Ácidos orgánicos, como el tartárico, el cítrico, que mejoran la absorción de minerales y actúan como conservadores naturales.
- Vitaminas del complejo B, esenciales para un buen metabolismo.
- Vitamina C, que fortalece nuestras defensas del sistema inmune
- Provitamina A, cuida nuestra vista y salud de la piel.
- Minerales, como hierro (para mantener la sangre adecuadamente), calcio (para huesos fuertes), y magnesio y potasio, que son importantes para los músculos y el equilibrio de líquidos en el cuerpo.
- Antioxidantes, que son sustancias que protegen nuestras células y que ayudan a reducir el daño celular.

Por todo esto, el tamarindo es una fruta muy completa y sabrosa, es considerado un alimento funcional, es decir, no solo nutre, sino que también contribuye a la prevención de enfermedades.

## Beneficios para la salud

¿Te has preguntado por qué es importante comer frutas como el tamarindo que tienen fibra y vitaminas? ¡Porque ayudan a que nuestro cuerpo funcione bien y nos mantienen sanos todos los días!

En muchas comunidades de Michoacán, es común el uso tradicional del tamarindo como remedio natural, se acostumbra preparar infusiones de tamarindo para calmar molestias leves como dolor de garganta o estómago, aunque estos usos se basan en la experiencia, deben practicarse con responsabilidad con la ayuda de un adulto y nunca sustituir la atención médica profesional. Además, algunos estudios en animales han mostrado que el tamarindo podría ayudar a regular el azúcar en la sangre, aunque esto debe ser evaluado por especialistas y no reemplaza ningún tratamiento médico. Por eso, incluir frutas como el tamarindo en nuestra dieta puede ser una forma rica y saludable de cuidar nuestro cuerpo.

### Preguntas de reflexión

1. ¿En qué regiones de Michoacán se cultiva principalmente el tamarindo?
2. ¿Cuál es el tipo de clima que necesita el tamarindo para crecer bien?
3. ¿Cuánto tiempo puede tardar un árbol de tamarindo en dar frutos si se planta por semilla?
4. ¿Qué países del mundo destacan por su producción de tamarindo además de México?

## Glosario

**Pulpa:** Parte suave y comestible del fruto del tamarindo, de sabor agri dulce.

**Fibra:** Sustancia que ayuda a que nuestro cuerpo haga mejor la digestión.

**Antioxidantes:** Compuestos que protegen nuestras células y ayudan a mantenernos sanos.

**Vitaminas:** Nutrientes que el cuerpo necesita para funcionar bien. Por ejemplo, la vitamina C nos ayuda a no enfermarnos.

**Minerales:** Sustancias como el calcio o el hierro que ayudan a tener huesos fuertes o sangre saludable.

**Agricultura:** Trabajo de sembrar y cuidar plantas para obtener alimentos.

## Referencias

FAO (2010). FAOSTAT: base de datos de producción agrícola (consultado para volúmenes mundiales de tamarindo). Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Michoacán.gob.mx (2023). "Tamarindo, trigo, ajonjolí, jamaica y papaya con mejor expectativa de producción". Disponible en: <https://michoacan.gob.mx/noticias/tamarindo-trigo-ajonjoli-jamaica-y-papaya-con-mejor-expectativa-de-produccion-sader/>

Nahar, L., Sarker, S. D., & Shoeb, M. (2011). Antidiabetic activity of *Tamarindus indica* L. in animal models. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), S20–S24.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2021). Producción nacional de tamarindo: alrededor de 52,000 toneladas. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>

Sudjaroen, Y., Haubner, R., Wurtele, G., Hull, W. E., Erben, G., & Spiegelhalter, B. (2005). "Isolation and structure elucidation of phenolic antioxidants from *Tamarindus indica* L." *Food and Chemical Toxicology*, 43(11), 1673–1679.

Yahia, E. M. (2011). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Woodhead Publishing..





# ChatGPT: El nuevo aprendiz

**Autor**

**JUAN JAVIER GUILLÉN ARROYO**

Instituto Tecnológico Superior. Ciudad Hidalgo, Michoacán.

Con una formación de posgrado por la UNAM, su experiencia incluye estudios en energías renovables, desarrollo de vehículos y proyectos innovadores en colaboración con instituciones educativas de prestigio. Ha sido miembro de diversas asociaciones en el ámbito automotriz.

Correo electrónico: [jguillen@cdhidalgotechm.mx](mailto:jguillen@cdhidalgotechm.mx)

## ChatGPT: El nuevo aprendiz

Hace mucho tiempo, en los pueblos había algo que valía más que el dinero: el saber. No estaba en libros ni en universidades. Estaba en la memoria, en los dichos, en los consejos, en las historias, y hasta en las canciones que pasaban de boca en boca.

Hoy que vivimos entre computadoras, celulares y cables, ese saber sigue vivo. Solo que de maneras diferentes. Una de esas maneras se llama ChatGPT. No tiene cuerpo, pero si escucha lo que dices y lee lo que escribes y aunque aún sigue entrenándose; también tiene voz.

Imagina que existiera una persona que desde que nació, se dedicó a leer día y noche. Leyó novelas, recetas, enciclopedias, noticias, canciones, cuentos y manuales. Aprendió palabras en muchos idiomas, formas de escribir y modos de pensar. Y aunque no ha vivido como tú o como yo, ha aprendido de lo que otros han escrito.

Así funciona ChatGPT, es una especie de aprendiz moderno que ha leído millones de textos para poder entablar una conversación contigo. Solo que sus intenciones no son saber más que tú, sino de ayudarte a encontrar palabras, ideas y soluciones.

Tal y como si de un oficio tradicional se tratara, donde uno aprende mirando, escuchando y repitiendo, este sistema también mira, escucha y repite de lo que otros comentan en internet. Es un hecho que en todos los lugares donde habitamos, hay reglas de cortesía: se saluda al entrar, se escucha antes de hablar, se agradece y se pide. Así se construyen los lazos.

ChatGPT no es humano, pero ha sido diseñado para conversar con esa misma cortesía; nunca se enoja, nunca interrumpe y nunca se burla. Si le pides ayuda, lo intentará; sino sabe, también te lo hará saber.

Esto es importante, porque muchas veces la tecnología puede parecernos fría o lejana. Pero ChatGPT acerca al saber. Puedes preguntarle cómo se escribe una carta, cómo se cocina arroz sin que se pegue, qué significa una palabra, o cómo ayudar a tus hijos con la tarea, hasta problemas conyugales y aunque no creo que sea lo más recomendado pero hasta en temas de salud siempre tendrá una orientación. Y lo mejor, no te juzga; aún si escribes con faltas de ortografía, si te equivocas, si preguntas algo sencillo; aún así te responderá.

ChatGPT no nació en un solo lugar, es resultado del trabajo de muchas personas en todo el mundo; desde científicos, programadores hasta lingüistas y educadores. Todos colaboraron para que esta herramienta pudiera funcionar. Pero como toda herramienta, su importancia está en cómo la usamos.

Una cuchara puede servir para alimentar o para tirar cosas. Una radio puede unir o desinformar. ChatGPT puede ser usado para aprender, para crear, para resolver dudas... pero también puede ser mal usado si se le pide hacer trampas o compartir cosas falsas.

Por eso se dice coloquialmente que la sabiduría no está solo en la máquina, sino también en quien la consulta.

En la educación de adultos, muchas veces hay miedo a equivocarse, a parecer viejo para hacer tal cosa, a no entender. ChatGPT puede ser un compañero amable en ese camino. Con esto, no quiero decir que reemplaza al maestro, ni al círculo de estudio, ni a la experiencia de vida. Pero sí puede ser una ayuda para seguir creciendo.

¿Quieres escribir un poema? No hay problema, te puede ayudar con las rimas.

¿No comprendes un texto? No hay problema, te lo puede explicar más fácil.



En nuestras tradiciones, la tecnología no era un aparato: era el telar, el molino y el comal. Cosas sencillas que facilitaban la vida a las personas. Hoy, la tecnología ha cambiado de forma, pero su propósito sigue siendo el mismo, hacernos la vida más digna, más fácil, más nuestra.

ChatGPT no tiene alma, pero puede ser usado con alma, con preguntas honestas, con ganas de aprender, con respeto por uno mismo. Porque la ciencia y la tecnología no son solo para los que usan bata blanca, sino para cualquier persona que quiera entender el mundo. Y tú, que estás aquí aprendiendo, tienes todo el derecho de usar estas herramientas sin importar la edad, los estudios o el oficio. Después de todo, ya lo dijo Immanuel Kant: "Sapere aude" (atrévete a saber).

Y ya para terminar, si las fogatas familiares eran el centro del saber, hoy la pantalla puede ser también un lugar de encuentro. En lugar de historias orales, de textos que hablan. En lugar de un abuelo sabio, habrá un asistente artificial. Pero el espíritu es el mismo: compartir, aprender y acompañar.

ChatGPT es una herramienta y tú eres quien le da sentido. Úsalo con curiosidad y con la certeza de que aprender no tiene edad.

### Preguntas de reflexión

1. ¿Cómo crees que ChatGPT podría ayudarte a aprender o estudiar algo nuevo?
2. Si pudieras usar ChatGPT para buscar información, ¿Qué tipo de preguntas le harías para resolver tus dudas?
3. ¿Qué ventajas o desventajas encuentras en depender de ChatGPT para obtener respuestas?
4. ¿Crees que las respuestas de ChatGPT siempre son correctas? ¿Cómo podrías saber si lo que te dice es verdadero?

### Glosario

- **ChatGPT:**  
Es un modelo de inteligencia artificial (llamado Chatbot) el cual fue desarrollado para responder preguntas, mantener conversaciones y generar texto.

- **Inteligencia artificial:**

Es la tecnología que permite a las máquinas aprender y realizar tareas que por lo regular requieren inteligencia humana.

- **Entrenamiento:**

Aplicado a ChatGPT, es un proceso mediante el cual ChatGPT aprende información con la finalidad de generar respuestas a las preguntas que le hagan los usuarios.

- **Interfaz:**

Aplicado a ChatGPT, es la manera en la cual uno como usuario interactúa con ChatGPT mediante preguntas y/o comentarios.

- **Respuestas:**

Son las soluciones brindadas generadas por ChatGPT basándose en las preguntas que hacen los usuarios.

- **Aprendizaje automático:**

Forma parte de la inteligencia artificial mediante la cual las máquinas aprenden datos sin que un ser humano intervenga en la programación.

- **Procesamiento de lenguaje natural:**

Podría decirse que es la habilidad de una máquina en emitir respuestas "naturales" para las personas.

### Referencias

- Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. (2024). La inteligencia artificial ya reproduce estereotipos de género. Nueva York: ONU.
- Haidt, J. (2024). La generación ansiosa. Nueva York: Deusto.
- López, S. G. (2025). Futuro del Cuidado Personal: Aplicación de Inteligencia Artificial en la atención médica a distancia. Simposio sobre Inteligencia Artificial y el bienestar de adultos mayores (pág. N/D). Nuevo León: Educación Inclusiva, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Maite Fernández-Ferrer . (2013). En C. e. educación. Barcelona: Colección Transmedia XXI.
- Noriega, P. (09 de Septiembre de 2025). La tierna reacción de un adulto mayor al usar ChatGPT para volver a hablar su lengua originaria. Infobae, pág. 5.
- Norvig, S. R. (2008). Inteligencia Artificial, un enfoque moderno. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Proietto, M. A. (Dirección). (2025). Guía práctica de ChatGPT para adultos mayores [Película].



# Los otros Zumbadores:

# Las Moscas como Polinizadoras

**Autor:**

**OLIVERIO DELGADO CARRILLO**

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.  
Lugar de residencia: Morelia, Michoacán.

Biólogo (UMSNH), Maestro (UMSNH) y Doctor (UNAM) especializado en polinizadores. Combina investigación con divulgación científica, participó en la propuesta ENCUSP para su conservación y cuenta con publicaciones académicas y de difusión.

Correo electrónico: [oliveriodc@gmail.com](mailto:oliveriodc@gmail.com)



## Una gran diversidad de moscas

Seguramente te has encontrado con alguna mosca molesta, en tu comida, en la basura, mientras vas caminando, y son una molestia, no por nada existen diferentes tipos de matamoscas, técnicas para alejar a estos insectos como las bolsas de agua en los puestos de tacos, y diferentes insecticidas de uso casero para combatir a estos seres indeseados, pero estas moscas son apenas una fracción de la gran diversidad de moscas que existen en el mundo.

Una de las principales características de las moscas es que como su orden lo menciona (Díptera) solo tienen un par de alas, mientras que otros insectos como las abejas tienen dos pares de alas.

Las moscas (orden Díptera) son un grupo superdiverso, con aproximadamente 160, 000 especies repartidas en 130 familias, eso son muchísimos números para un grupo que está ampliamente distribuido por el planeta tierra y que lleva a cabo muchísimos procesos importantes para la vida.

¡Hablar de moscas es hablar de un universo gigante de formas de vida y funciones!

Sí, este grupo incluye especies de importancia médica como los mosquitos del dengue o las moscas barrenadoras. Insectos de importancia médica y comercial que sus afectaciones han costado muchas vidas y recursos económicos. Pero también, y esto es lo fascinante, albergan a verdaderos héroes anónimos del ecosistema: las moscas polinizadoras.



Mosca de las flores patita de hoz (*Aseмосyrphus mexicanus*) alimentándose del néctar de una flor. Fotografía del autor.

## Flores y Moscas: Un Equipo Secreto (Miodofilia en Acción)

Así es, existen numerosos grupos de moscas que no buscan tu comida, ¡sino el néctar y el polen de las flores! Esta relación se llama miodofilia (amor por las moscas). ¿Por qué son buenas en este trabajo? Esto es porque tienen varias características secretas que las hacen buenas polinizadoras. Tienen cuerpos llenos de vellosidades donde el polen se adhiere fácilmente, además que son muy numerosas, lo que aumenta las visitas a las flores.

Existen muchas familias de moscas a las que les gusta visitar las flores, se ha estimado que existen alrededor de ¡70 familias de moscas! Entre estas familias destacan los *Sírfidos* (moscas bastante parecidas a las abejas), los *Bombílidos* (con una larga "pajita" para néctar), los *Taquínidos* (moscas muy "peluditas" y grandes), las moscas carroñeras que pertenecen a las familias *Calliphoridae* y *Sarcophagidae* (moscas que son atraídas por los olores fuertes y apestosos, como la carne en descomposición) y la familia *Ceratopogonidae* (moscas muy pequeñas, en donde algunas especies pueden polinizar el cacao).

Como podrás notar, muchas de estas moscas son muy diferentes entre sí y cada grupo tiene sus particularidades, cada familia aporta un estilo diferente a la polinización, y en conjunto con los demás polinizadores, son importantes para mantener este vital servicio.



Abeja de la miel (*Apis mellifera*) a la izquierda y cargado con polen en sus patas posteriores, a la derecha una mosca zángano (*Palpada mexicana*) con un gran parecido a la abeja de la miel, alimentándose de las flores. Fotografía del autor.

## Vidas de Doble Función: De Larvas Hambrientas a Adultos Polinizadores

Muchas veces desconocemos datos importantes acerca de los ciclos de vida de los seres vivos, en este caso te apuesto a que no sabías que varias de estas moscas polinizadoras nos pueden dar un beneficio doble. Así es, de adultas pueden realizar su función de polinizadoras al buscar flores para alimentarse, llevando sin querer el polen de una flor a otra, pero en estadios juveniles (ósea cuando las moscas son larvas o gusanos) muchas pueden tener otro "trabajo" completamente diferente, por ejemplo:

**Sírfidos:** Las larvas de muchos sírfidos son feroces cazadores de pulgones, mosquitos blancos o trips, así es, todos estos animalitos pueden llegar a ser plagas que afectan la salud de nuestras plantas, pero gracias a las larvas de los sírfidos y otros depredadores naturales nos pueden ayudar al control de plagas. Una sola larva de los sírfidos puede comerse docenas de pulgones que dañan nuestras plantas, es como tener un ejército natural contra plagas.

**Taquínidos:** Las larvas de los taquínidos son parásitas de orugas perjudiciales para los cultivos, la mosca de los taquínidos deja el huevecillo cerca o dentro del insecto que parasitarán, después la larva va desarrollándose en el interior del huésped, eventualmente matándolo y la larva convirtiéndose en adulto, listo para visitar muchas flores y seguir con su ciclo natural.

Así que, al proteger a las moscas, no solamente estamos protegiendo a la polinización, también estamos protegiendo al control de plagas, ayudando así al uso de insecticidas que pueden generar efectos secundarios en el ambiente y en nuestra salud.

## Servicios Secretos: ¿Qué ganamos?

Estos trabajos que realizan las moscas, en particular el servicio de polinización y el control de plaga son servicios que nosotros obtenemos "gratis" de nuestros entornos naturales y que son vitales para nuestro bienestar y para el funcionamiento de los ecosistemas.

La polinización de los cultivos es muy importante para que nosotros obtengamos alimentos, y sin ella, muchos alimentos serían más escasos, caros o incluso desaparecerían, por ejemplo:

**El chocolate:** ¿A quién no le encanta este delicioso alimento? La polinización del cacao, que es de donde obtenemos el chocolate es gracias a la acción de numerosos polinizadores, entre ellos unas mosquitos diminutas de la familia Ceratopogonidae. Ayudan a polinizar eficazmente a las pequeñas y complejas flores del cacao en los bosques tropicales.

**Mangos:** Las flores del mango son visitadas por muchas moscas, como los sírfidos, y gracias a ellas es que tenemos los deliciosos gaspachos morelianos con su toque de mango dulce.

**Otras frutas y verduras:** También ayudan a la polinización (en conjunto de otros polinizadores) de muchas otras frutas, verduras y semillas, como, por ejemplo, manzanas, peras, cerezas, zanahorias (para semilla), o las conocidas zarzamoras y aguacates, cultivos muy importantes para Michoacán.

Las moscas también ayudan a la polinización de las plantas silvestres y, por lo tanto, del mantenimiento de los ecosistemas, especialmente donde las abejas pueden llegar a ser menos o no salir, como sistemas montañosos o donde el clima es bastante frío.

**Control biológico de plagas:** Ya vimos que las larvas de algunas moscas son depredadoras o parasitoides de insectos dañinos, de esta forma, podemos tener ciertas plagas controladas, y esto nos ayuda reduciendo la necesidad de pesticidas que pueden ser tóxicos para diversos animales benéficos como los polinizadores e incluso, para nosotros mismos.

## ¿Cómo ser amigo de estos zumbadores útiles?

¡Cambia de actitud! La próxima vez que veas una mosca pequeña y peluda o incluso aunque parezca una avispa o abeja, ¡No la mates! Piensa en todo lo aprendido y que puede ser una importante polinizadora y controladora de plagas.

### Acciones concretas y sencillas:

- Cultiva flores que les encante a las moscas y otros polinizadores, ten un jardín con plantas nativas si es posible, puedes dar una caminata cercana a tu área donde vives y buscar plantas silvestres con flores para conseguir semillas.
- Deja que crezcan las plantas con flores en tu jardín para que las moscas y otros polinizadores tengan flores de las cuales alimentarse.
- Di no a los insecticidas de amplio espectro: Evita insecticidas químicos fuertes, especialmente en plantas con flores. Estos insecticidas matan indiscriminadamente, incluyendo a nuestros aliados. Trata de no usarlos en los jardines, prefiere opciones como repelentes naturales.
- Deja áreas sin manejo, permite un rinconcito de tu jardín, balcón o macetas en donde se encuentre un poco de hojarasca, tronquitos o tallos secos. Éstos son refugios y sitios ideales para que las larvas puedan crecer.
- Cuenta el secreto; comparte lo que aprendiste, ayuda a romper el mito de que todas las moscas son malas.

### Conclusión:

#### Un Nuevo Zumbido en el Aire

Las moscas polinizadoras comprenden un grupo muy amplio de insectos que nos pueden ayudar en la polinización e incluso en el control de plagas, este grupo es muy diverso, desde los sírfidos que imitan bastante bien a las abejas y avispas, hasta las diminutas moscas responsables del chocolate, son un ejercito esencial para los ecosistemas, pero invisible y poco conocido para muchos,

Lejos de ser una molestia, son aliadas con doble trabajo al brindarnos servicios gratuitos e irremplazables, nos ayudan con la polinización de nuestros alimentos y las plantas silvestres y nos ayudan a controlar las plagas de forma natural.

La próxima vez que escuches un zumbido cerca de una flor, mira de cerca. Quizás estés presenciando el trabajo silencioso de una de estas polinizadoras desconocidas, una aliada secreta que merece nuestra atención y protección.



### Preguntas de reflexión

1. Antes de leer esto, ¿qué pensabas cuando veías una mosca cerca de una flor? ¿Cambió tu forma de verlas después de saber que pueden ser polinizadoras?
2. Piensa en algo que te guste comer (como chocolate, mango o una manzana). ¿Te sorprende saber que las moscas pueden haber ayudado a que exista? ¿Por qué es importante proteger a todos los polinizadores?
3. Si tuvieras un espacio pequeño (balcón, ventana, jardín), ¿qué planta fácil de conseguir podrías poner para ayudar a las moscas polinizadoras como los sírfidos?
4. ¿Por qué crees que es importante que algunas moscas tengan un "doble trabajo" (polinizar de adultas y controlar plagas de larvas)? ¿Qué pasaría si desaparecieran estas moscas?

### Glosario

**Polinización:** Cuando el polen (el polvo que nos puede llegar a producir alergias) pasa de una flor a otra, permitiendo que las plantas desarrollen las flores en frutos y semillas.

**Díptera:** El grupo científico donde están todas las moscas y mosquitos y cuya característica es que solo tienen bien desarrolladas 2 alas.

**Miodofilia:** Cuando una planta usa olores, colores o formas especiales para atraer y ser polinizada por moscas.

**Servicios Ecosistémicos:** Beneficios gratis que la naturaleza nos da, como la polinización, aire limpio, control de plagas o paisajes bonitos.

**Control Biológico:** Usar insectos u otros animales benéficos (como las larvas de sírfido) para combatir plagas de forma natural.

**Larva:** La etapa "bebé" o juvenil de los insectos, normalmente son parecidos a gusanos u orugas, y esta fase es antes de que se encierre en un capullo o pupa y llegue a convertirse en adulto.

**Insecticidas de amplio espectro:** Aquellos insecticidas capaces de ser tóxicos para una gran variedad de organismos, siendo eficaces en eliminar a una gran variedad de insectos, ya sean benéficos o dañinos.

### Referencias

- Cook D.F., Voss S.C., Finch J.T., Rader R.C., Cook J.M., Spurr C.J. 2020. The Role of Flies as Pollinators of Horticultural Crops: An Australian Case Study with Worldwide Relevance. *Insects*. 2;11(6):341. doi: 10.3390/insects11060341. PMID: 32498457; PMCID: PMC7349676.
- Kirk-Spriggs A.H. and Sinclair B.J. (eds). 2017. Manual of Afrotropical Diptera, Volume 1: Introductory Chapters and Keys to Diptera Families. Suricata 4. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- The Xerces Society. 2011. Attracting native pollinators: The Xerces Society guide to protecting North America's bees and butterflies. Storey Publishing.
- Toledo-Hernández, M., Wanger, T.C., Tschardtke, T., 2017. Neglected pollinators: Can enhanced pollination services improve cocoa yields? A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 247, 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.021>



# BIOMOLÉCULAS:

## LA QUÍMICA SECRETA QUE NOS MANTIENE VIVOS

### Autor:

**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.

Correo electrónico: [jmaganag2100@alumno.ipn.mx](mailto:jmaganag2100@alumno.ipn.mx)

### Coautora:

**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.

Correo electrónico: [vangoa@ipn.mx](mailto:vangoa@ipn.mx)



¿Qué tiene en común un taco, tu cuerpo y el ADN?

Aunque parezca extraño, lo que parece solo comida es en realidad una combinación de moléculas que tu cuerpo necesita para vivir. Cada mordida se encuentra llena de moléculas diminutas que viajan a través de tu cuerpo con misiones muy importantes como la de construir tus músculos, brindar energía, sanar una herida, e incluso formular tus pensamientos. A esas piezas diminutas pero fundamentales se les conoce como biomoléculas y se encuentran presentes en todos los seres vivos: desde una bacteria hasta una ballena, y por supuesto, también tu desayuno.

Dichas piezas son como un rompecabezas químico, al unirse, dan origen a la vida tal como la conocemos. **Estas moléculas son: los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**, cada una cumplen funciones distintas, pero todas son igual de importantes, ya que sin ellas no podríamos pensar, movernos o respirar.

## CARBOHIDRATOS:

**Fuente de energía de los organismos.**

Los carbohidratos, también conocidos como azúcares, son la principal fuente de energía inmediata para las células; podríamos decir que son el combustible principal de nuestro cuerpo, igual que la gasolina lo es para un coche, sin ellos no arrancamos. Por lo tanto, sin carbohidratos, nos quedaríamos sin energía para realizar nuestras funciones básicas (**Figura 1**). Además de ser esenciales para que funcionemos día a día, estos compuestos son los más abundantes en la naturaleza, se calcula que más del 50 % de la masa seca del planeta (vegetal y animal), está conformada por polímeros de glucosa (azúcar).

Estas moléculas las encontramos en muchos alimentos que conocemos, como: el pan, los cereales, las frutas e incluso los dulces. Sin embargo, aunque los carbohidratos son esenciales para nuestro cuerpo, nosotros no los podemos fabricar. Solo las plantas tienen esa habilidad y lo hacen mediante un proceso llamado fotosíntesis. En este proceso, se usa la luz del sol como fuente de energía para transformar el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) en glucosa y oxígeno. Como los humanos no podemos hacer fotosíntesis,

obtenemos los carbohidratos a través de los alimentos.

Cuando consumimos algún alimento, nuestro cuerpo inicia un proceso que permite descomponer los carbohidratos en partes más pequeñas, para luego transportar estas piezas al hígado y a los músculos, donde se almacenan en forma de glucógeno, una especie de batería que nuestro cuerpo puede usar más tarde cuando necesite un impulso extra de energía.



Figura 1. Los carbohidratos como principal fuente de energía (Imagen generada con inteligencia artificial).

Los carbohidratos son compuestos formados por carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), y pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo con su complejidad:

- **Monosacáridos:** son los carbohidratos más simples ya que están compuestos por una sola unidad estructural.
- **Disacáridos:** formados por la unión de dos monosacáridos.
- **Polisacáridos:** son los más complejos debido a que están conformados por cientos o miles de azúcares simples unidos entre sí.



Una vez que la glucosa llega a la célula, entra a una especie de fábrica llamada mitocondria, donde a través **de un proceso llamado respiración celular, la glucosa se transforma en adenosín trifosfato (ATP)**, la molécula energética universal, la cual básicamente nos mantiene vivos. Por eso, si te saltas en almuerzo o no consumes alimentos ricos en carbohidratos, no te sorprendas si te sientes cansado y sin energía. Ya que es una forma en la que tus células te gritan que necesitan glucosa para trabajar.

### LÍPIDOS:

#### Las grasas necesarias.

Cuando escuchamos la palabra grasa, muchos piensan inmediatamente en comida chatarra, sobrepeso y problemas de salud, esto debido a que la publicidad basada en estereotipos de belleza ha generado una idea errónea. Sin embargo, la ciencia tiene una opinión diferente, en realidad, las grasas, también conocidas como lípidos, son biomoléculas esenciales para la vida, las cuales cumplen funciones nutricionales esenciales e irremplazables que permiten que nuestro cuerpo funcione correctamente.

Por lo tanto, no todas las grasas son malas, incluso la ausencia de éstas puede provocar problemas en la piel, trastornos de crecimiento, retención de líquidos, entre otros.

#### ¿Pero cómo saber que grasas son buenas y cuáles malas?

Las grasas conocidas como **saturadas** son aquellas cuya estructura molecular las hace más rígidas, por eso suelen ser sólidas a temperatura ambiente, como la mantequilla, la manteca o las que tienen muchos de los embutidos que comemos (chorizo, etc.). Consumirlas en exceso, puede elevar los niveles de colesterol LDL (por sus siglas en inglés: Low Density Lipids), conocido como colesterol malo, el cual aumenta los riesgos de enfermedades cardiovasculares. En cambio, las grasas **insaturadas** poseen estructuras más flexibles y son más saludables para nosotros. Éstas las podemos encontrar en alimentos como el aguacate, el pescado o el aceite de oliva y ayudan a subir los niveles de colesterol HDL (por sus siglas en inglés:

High Density Lipids) o colesterol bueno, lo que a su vez contribuye a reducir el colesterol LDL.

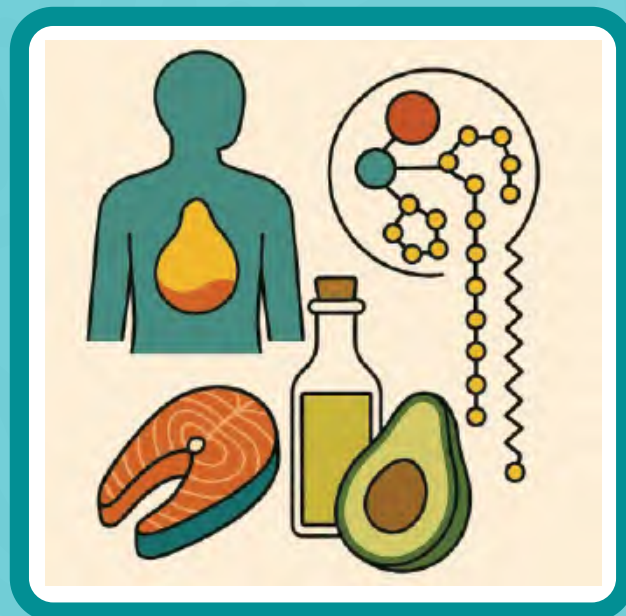


Figura 2. Representación de los lípidos en el cuerpo y los alimentos (Imagen generada con inteligencia artificial).

Estas moléculas además de ser una reserva de energía a largo plazo, protegen a los órganos del cuerpo, ayudan a mantener la temperatura corporal, transportan vitaminas y forman parte de las membranas celulares que rodean cada célula. Así que no, los lípidos no son los villanos del cuento, son esenciales para la vida, solo necesitamos conocerlos bien y consumirlos de manera balanceada.

### PROTEÍNAS:

#### El componente estructural de los organismos.

Imagina que tu cuerpo es una gran ciudad en construcción. ¿Quiénes son los encargados de realizar las labores de construcción? Exacto, las proteínas. Estas biomoléculas están presentes en todo nuestro cuerpo; músculos, órganos, cabello, piel, uñas e incluso en el sistema inmune. Entonces, cada vez que nuestro cuerpo necesita construir o reparar algo, las proteínas entran en acción.

Desde la perspectiva científica, podemos definir a las proteínas como macromoléculas formadas por largas cadenas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, que se pliegan en estructuras tridimensionales para desempeñar funciones biológicas esenciales.

Existen 20 aminoácidos que combinados entre sí conforman las aproximadamente 100,000 proteínas de nuestro cuerpo (Figura 3). Cuando consumimos alimentos ricos en proteínas, como carne, pollo, leche, pescado, frijoles, entre otros, el cuerpo descompone esas proteínas en aminoácidos mediante la digestión, para posteriormente, ser reutilizados para formar nuevos aminoácidos. Dichos compuestos se pueden clasificar en dos grupos:

**Aminoácidos esenciales:** nuestro cuerpo no los puede fabricar por sí mismo, así que debemos obtenerlos de los alimentos.

**Aminoácidos no esenciales:** el cuerpo los sintetiza a partir de otros compuestos.

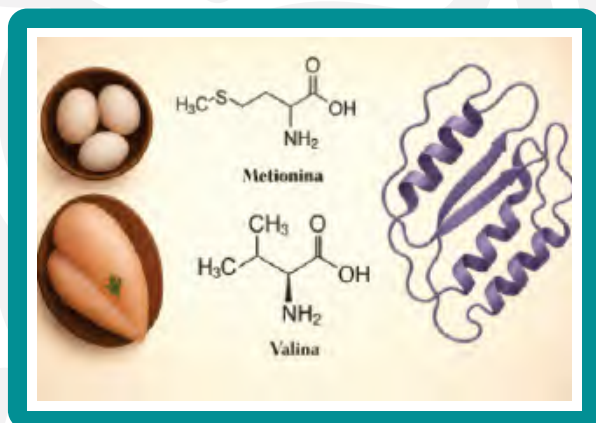


Figura 3. Representación de las proteínas desde su origen hasta su estructura final (Imagen generada con inteligencia artificial).

Las funciones de las proteínas dependen directamente del tipo y orden de los aminoácidos que las conforman. Por lo tanto, cada grupo de **proteínas cumplen funciones específicas dentro de los organismos, tales como: formar estructuras, defensa, transporte de otras moléculas, hormonal, enzimática y reserva.** Una deficiencia de proteínas puede llevar a diversos problemas de salud como la desnutrición. Es por eso, que las proteínas son consideradas como las piezas claves de construcción, ya que estas trabajan las 24 h del día para que todo en ti funcione bien.

## ÁCIDOS NUCLEICOS:

### Las moléculas de la herencia.

Dentro de cada una de tus células hay un código secreto que contiene las instrucciones que indican exactamente como fabricarte. Este código no se encuentra escrito con letras o números, sino con moléculas especializadas llamadas ácidos nucleicos. Dichas macromoléculas son cadenas constituidas por unidades repetidas llamadas nucleótidos, las cuales se enlazan entre sí mediante enlaces fosfodiéster. A estas moléculas se les conoce como **ácido desoxirribonucleico (ADN)** y **ácido ribonucleico (ARN)**, los cuales, desempeñan un papel fundamental en el almacenamiento y la transferencia de la información genética de un organismo a otro, herencia (Figura 4).

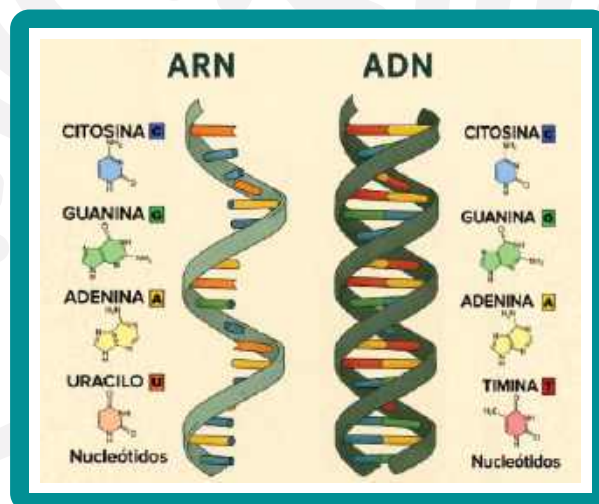


Figura 4. Estructura del ADN y ARN más sus bases nitrogenadas que las conforman (Imagen generada con inteligencia artificial).

Los nucleótidos se encuentran constituidos por tres elementos esenciales:

- **Un grupo fosfato:** es una unidad química formada por un átomo de fósforo central unido a cuatro átomos de oxígeno.
- **Un azúcar de cinco carbonos:** en el ADN es la 2-desoxirribosa, mientras que en el ARN es la ribosa.
- **Una base nitrogenada:** esta puede ser adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina (C). Sin embargo, en el ARN se reemplaza la timina por una pirimidina llamada uracilo (U).



Estas bases se unen entre sí para formar los ácidos nucleicos, el acomodo es siempre igual. Para el ADN el arreglo consiste en A con T y G con C. Por otra parte, en el ARN solo se reemplaza la T por la U. Al unirse una con otra, forman una secuencia que codifica información genética.

### ¿Y por qué son tan importantes?

El ADN es como un gran libro donde está escrita toda nuestra información genética. En él se encuentran los genes que determinan características como el color de ojos y piel, tu tipo de sangre, tu estatura, e incluso la probabilidad de desarrollar ciertas enfermedades. El ARN, por su parte, actúa como mensajero, copia las instrucciones de un gen en un proceso llamado transcripción y las lleva hasta los ribosomas en la célula, donde se traducen para construir las proteínas que nuestro cuerpo necesita.

Por lo tanto, sin ácidos nucleicos, no podrías formar proteínas y sin proteínas, no existirían las células funcionales, ni órganos, ni tú. Así que, la próxima vez que te sientes a comer, recuerda que no solo estás llenando tu estómago, estás alimentando la maquinaria que construye vida desde dentro.

### Preguntas de reflexión

1. ¿Qué son las biomoléculas y por qué se consideran fundamentales para los seres vivos?
2. Menciona las cuatro principales biomoléculas y una función importante de cada una.
3. ¿Por qué los lípidos no deben considerarse como los malos del cuento?
4. ¿Por qué es importante el ADN y cómo se encuentra conformado?

### Glosario

**Átomo:** Unidad básica de la materia conformado por un núcleo central que contiene en su interior partículas llamadas protones y neutrones, rodeado por otras partículas denominadas electrones.

**Digestión:** Proceso mediante el cual el cuerpo descompone los alimentos en partes más pequeñas, para que puedan ser absorbidas y utilizar para sus funciones metabólicas.

**Enlaces peptídicos:** Unión que se forma cuando dos aminoácidos se juntan, permitiendo la formación de proteínas mediante muchos aminoácidos conectados.

**Enlaces fosfodiéster:** Es la unión que conecta dos nucleótidos, la cual ayuda a formar largas cadenas de ADN y ARN.

**Gen:** Segmento de ADN que se encuentra en los cromosomas y que posee la información necesaria para dar lugar a una característica específica de un organismo, como el color de ojos o cabello.

**Macromolécula:** Molécula de gran tamaño formada por la unión de muchas moléculas más pequeñas llamadas subunidades.

**Mitocondria:** Parte de la célula cuya función es la producción de energía en forma de ATP mediante un proceso conocido como respiración celular aerobia.

### Referencias

Autino, J., C., Romanelli, G. y Ruiz, D., M. (2013). Introducción a la Química Orgánica (1.ª ed.). Editorial de la Universidad de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/31664>

Angulo-Rodríguez, A., A., Galindo-Uriarte, A., R., Avendaño-Palazuelos, R., C. y Pérez-Angulo, C. (2011). Bioquímica (1.ª ed.). Dirección General de Escuelas Preparatorias de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Recuperado de [https://dgep.uas.edu.mx/librosdigitales/5to\\_SEMESTRE/44\\_Bioquimica.pdf](https://dgep.uas.edu.mx/librosdigitales/5to_SEMESTRE/44_Bioquimica.pdf)

Lozano-Teruel, J., A., Galindo-Cascales, J., D., García-Borrón, J., C., Martínez-Liarte, J., H., Peñafiel-García, R. y Solano-Muñoz, F. (2005). Bioquímica y biología molecular para ciencias de la salud (3.ª ed.). McGrawHill Interamericana de España, S.L. 84-486-0642-6

McMurry, J. (2008). Química Orgánica (7.ª ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.



# ECOLOGÍA

---



2

UNIDAD

---





# LA OTRA CARA DEL FUEGO:

## CONOCER PARA PROTEGER

---

**Autora:**

**ESTHELA RODRÍGUEZ GARCÍA**

Posgrado del Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío.  
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano.

Lugar de residencia: Morelia, Michoacán.

Estudiante del Doctorado en el Centro Regional del Bajío, INECOL A.C. Mi línea de trabajo se centra en la ecología del fuego y diversidad funcional de plantas leñosas en bosques templados y bosque tropical.

Correo electrónico: [rodriguezesthela14@gmail.com](mailto:rodriguezesthela14@gmail.com)



## LA OTRA CARA DEL FUEGO: CONOCER PARA PROTEGER

Cuando pensamos en fuego, la mayoría de las veces imaginamos destrucción: árboles ardiendo, animales huyendo, humo cubriendo el cielo. Lo vemos en las noticias y redes sociales y lo sentimos peligroso, dañino, mortal. Y sí, puede ser todo eso, pero también es mucho más.

En la naturaleza, el fuego no siempre es el villano. En algunos lugares del mundo, es un visitante esperado, un viejo aliado de la vida. Lejos de destruir, el fuego puede renovar, curar, abrir caminos. Este texto te llevará por algunos de esos lugares donde el fuego no arrasa, sino transforma.

Lugares donde, sorprendentemente, sin fuego la vida se apagaría.

### ¿Qué es el fuego y por qué arde?

El fuego aparece cuando tres elementos se juntan: oxígeno, calor y combustible (como madera seca, pasto o ramas). A este trío se le llama triángulo del fuego, y si uno de sus elementos falta, el fuego no puede existir.

En la naturaleza, el fuego puede iniciar por causas humanas o por fenómenos naturales como la caída de un rayo o erupciones volcánicas. Si el clima es seco, caluroso y con mucho material inflamable en el suelo, basta una chispa para que todo comience. Aunque parece caótico, en algunos ecosistemas este proceso ocurre de forma regular y natural desde hace miles de años.

## Ecosistemas y fuego: relaciones diversas

No todos los ecosistemas reaccionan igual al fuego. Algunos lo necesitan, otros lo sufren, y hay quienes apenas lo notan. Según su relación con el fuego, los ecosistemas se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

### 1. Ecosistemas dependientes del fuego.

En estos ecosistemas el fuego cumple funciones ecológicas fundamentales. Sin incendios periódicos, pierden biodiversidad, se acumula material seco y se interrumpe el ciclo natural. El fuego aquí es parte del equilibrio.

Ejemplos:

- **Bosques de pino:** Como los de México. Algunas especies tienen cortezas gruesas que los protegen del calor y las llamas, y conos que solo liberan y germinan sus semillas con el calor del fuego, un fenómeno llamado pirogerminación.
- **Praderas y sabanas:** El fuego elimina el pasto viejo y deja cenizas que enriquecen el suelo. En pocas semanas brota nueva vegetación que alimenta a insectos, mamíferos y aves.

### 2. Ecosistemas sensibles al fuego.

Estos ecosistemas no están adaptados a incendios frecuentes. Aunque pueden recuperarse de un incendio ocasional, si los incendios son muy intensos o frecuentes, se daña gravemente la flora y fauna.

Ejemplos:

- **Selvas húmedas y secas:** Como la Selva Lacandona en Chiapas o el bosque tropical caducifolio de la Huacana en Michoacán. En ellas, el fuego es un disturbio poco común que puede alterar profundamente la biodiversidad.
- **Bosques mesófilos de montaña:** Altamente diversos y sensibles. Si ocurre un incendio, la recuperación puede tomar décadas y algunas especies podrían desaparecer localmente.



### 3. Ecosistemas independientes del fuego.

En estos ambientes, el fuego rara vez ocurre de manera natural. Su frecuencia es tan esporádica que tiene un papel casi nulo. La vegetación no tiene continuidad suficiente para transmitir el fuego.

Ejemplos:

- **Ambientes alpinos de alta montaña:** Climas fríos y vegetación dispersa.
- **Desiertos:** Áreas secas y vegetación dispersa.

### 4. Ecosistemas influidos por el fuego.

Son zonas de transición entre los tres ecosistemas anteriores. Suelen ser Ecosistemas sensibles, pero que tienen especies que responden positivamente a los incendios forestales.

Ejemplo:

- **Bosques de galería o sistemas riparios:** Como el del lago de Camécuaro, en Tangancícuaro, Michoacán.

Conocer esta clasificación nos ayuda a entender que el fuego no es "bueno" o "malo" en sí mismo, sino que su impacto depende del lugar, del momento y del manejo que se haga.

### ¿Y si apagamos todos los incendios?

Durante muchos años se ha pensado que lo mejor para cuidar la naturaleza es evitar cualquier incendio. Aunque la intención es buena, en muchos casos esto provoca más daño que beneficio.

En lugares adaptados al fuego, suprimir los incendios naturales hace que se acumulen ramas secas, pasto muerto y hojarasca. Todo este material es combustible. Entonces, cuando finalmente ocurre un incendio, ya no es pequeño ni controlado, sino grande, violento y destructivo.

Además, sin fuego, algunas especies dejan de reproducirse. Los ecosistemas pierden diversidad y se vuelven más frágiles. En vez de evitar el fuego por completo, lo ideal es entenderlo y usarlo con responsabilidad.

### Cuando el fuego se descontrola.

El fuego puede ser un aliado, sí, pero cuando ocurre en lugares donde no es natural o se repite muy seguido, se convierte en un gran problema. Esto sucede cuando las personas provocan incendios para limpiar terrenos, expandir cultivos o por descuido. También influye el cambio climático, que vuelve los paisajes más secos y calurosos.

En estos casos, el fuego quema más de lo que debería. Daña la tierra, mata animales, llena el aire de humo y destruye ecosistemas que tardarán muchos años en recuperarse. No es el fuego el problema, sino su mal uso o aparición en lugares equivocados.

### ¿Qué podemos hacer?

Para proteger la naturaleza, debemos aprender a convivir con el fuego de manera responsable.

- **Aprende sobre el fuego:** No todos los incendios son malos. En algunos países, los especialistas usan el fuego de forma controlada para restaurar bosques. A esto se le llama quema prescrita y ayuda a evitar incendios catastróficos.
- **No provoques fuegos innecesarios:** Una fogata mal apagada puede causar un desastre.
- **Respetar los ecosistemas:** Cada lugar tiene su ritmo. Donde el fuego es parte del ciclo natural, debe permitirse con cuidado.



[https://www.freepik.es/foto-gratis/fogata-angulo-llamas\\_7662759.htm#fromView=search&page=1&position=19&uuid=cfb5e73-7601-4982-b74a-7920a4f4df12&query=FOGATA](https://www.freepik.es/foto-gratis/fogata-angulo-llamas_7662759.htm#fromView=search&page=1&position=19&uuid=cfb5e73-7601-4982-b74a-7920a4f4df12&query=FOGATA)>Imagen de freepik</a>

### Preguntas de reflexión

1. ¿Por qué el fuego es necesario en algunos ecosistemas?
2. ¿Qué diferencias existen entre un incendio natural y uno provocado?
3. ¿Cómo podríamos usar el fuego de manera responsable?
4. ¿Qué pasaría si elimináramos todos los incendios en un bosque donde han ocurrido por siglos?

### Glosario

- **Ecosistema:** Lugar en el que conviven seres vivos y elementos del ambiente como el suelo, el agua y el clima.
- **Combustible:** Material que puede arder, como madera, hojas o pasto.
- **Quema prescrita:** Incendio planificado y controlado por especialistas para cuidar el funcionamiento de un ecosistema.
- **Pirogerminación:** Germinación de semillas activada por el fuego.

### Referencias

CONAFOR. (12 de marzo de 2020). Dime qué ecosistema eres y te diré cuánto fuego soportas. Recuperado de <https://www.gob.mx/conafor/articulos/dime-que-ecosistema-eres-y-te-dire-cuanto-fuego-soportas>

Díaz-Toribio, M. H., & Martorell, C. (2022). Fire in Mexican grassy-pine ecosystems. *Applied Vegetation Science*, 25(4), e12689. <https://doi.org/10.1111/avsc.12689>

Hartung, M., Carreño-Rocabado, G., Peña-Claros, M., & van der Sande, M. T. (2021). Tropical dry forest resilience to fire depends on fire frequency and climate. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 755104. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.755104>

Myers, R. L. (2006). *Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego*. Tallahassee, FL: TNC, 30. Obtenido de: [https://www.conservationgateway.org/Document/s/el\\_manejo\\_integral\\_del\\_fuego.pdf](https://www.conservationgateway.org/Document/s/el_manejo_integral_del_fuego.pdf)

Pausas, J. G. (2019). Generalized fire response strategies in plants and animals. *Oikos*, 128(2), 147-153. <https://doi.org/10.1111/oik.05907>

Rodríguez-Trejo, D. A., & Fulé, P. Z. (2003). Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire*, 12(1), 23-37. <https://doi.org/10.1071/WF02040>

Rodríguez-Trejo, D. A. (2008). Fire regimes, fire ecology, and fire management in Mexico. *AMBIO: a Journal of the Human Environment*, 37(7), 548-556. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-37.7.548>





# El Poder del Periodismo Ambiental

---

**Autora:**

**ANA CLAUDIA NEPOTE GONZÁLEZ**

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia,  
Universidad Nacional Autónoma de México.

Lugar de residencia: Morelia, Michoacán.

Bióloga con Maestría en Ecología Marina. Doctora en Ciencias de la Sostenibilidad por la Universidad Nacional Autónoma de México. Forma parte del Padrón de Divulgadoras y Divulgadores del Estado de Michoacán y es socia regular de la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia.

Correo electrónico: [nepote@enesmorelia.unam.mx](mailto:nepote@enesmorelia.unam.mx)



## El Poder del Periodismo Ambiental

Uno de los derechos humanos que está tomando especial importancia en la actualidad es el derecho a la información. Esto implica que todas las personas tienen derecho a buscar, recibir y difundir información porque resulta esencial para la libertad de pensamiento y de expresión y además, es crucial para el adecuado funcionamiento de la democracia.

Particularmente el derecho a la información ambiental resulta relevante dadas las condiciones actuales de crisis ambiental, pérdida de biodiversidad, transformación acelerada de los ecosistemas, escasez y contaminación del agua e inadecuada gestión de residuos. Todas estas problemáticas afectan la calidad de vida humana, la de otras especies con las que interactuamos, y están relacionadas con la salud planetaria.

El periodismo es una actividad profesional que consiste en obtener, tratar, interpretar y difundir información a través de cualquier medio escrito, oral, visual o gráfico. Es un servicio necesario para la sociedad ya que facilita la construcción de opinión pública y la toma de decisiones mejores informadas.

También se considera un ejercicio de contrapeso para los gobiernos y es un requisito para la democracia y la transparencia, puede servir como monitor independiente de poder. Los profesionales que se dedican a esta importante labor describen, analizan, interpretan, contextualizan, editan, producen y retratan información veraz sobre temas de actualidad en diversos formatos.

La especialidad que nos interesa revisar en este texto es el periodismo ambiental. Éste aborda temas de actualidad relacionados con la naturaleza y el medio ambiente enfatizando el análisis del impacto que la actividad humana tiene sobre el entorno. Su objetivo principal es comunicar avances de investigaciones científicas ambientales, situaciones socioambientales que requieren atención, señalar problemáticas o conflictos ambientales, generar debate sobre temas ambientales de relevancia pública y promover la reflexión y la acción sobre hábitos de vida más amigables con el planeta.

Este periodismo se convierte en una poderosa herramienta que informa, sensibiliza y moviliza a la sociedad en acciones orientadas a la conservación de la biodiversidad, la defensa del territorio y de los derechos humanos. En nuestro país, el periodismo ambiental puede contribuir a que las personas comprendan y se preparen mejor para enfrentar los retos ambientales actuales, participen de acciones ciudadanas que permitan la conservación de los bienes comunes naturales.

### Periodistas en Redes

En México existen asociaciones y redes que fortalecen este tipo de periodismo. La **Red Mexicana de Periodistas Ambientales** se creó en 2007 para desarrollar este ejercicio profesional con el fin de promover el libre acceso a la información ambiental, ofrecer capacitación a periodistas en temáticas ambientales, producir materiales que contribuyan al mejoramiento y la expansión del periodismo ambiental en México y apoyar la protección a quienes sufran presiones o amenazas por ejercer la profesión en temáticas ambientales.



En el año 2016 se constituyó la **Red Mexicana de Periodistas de Ciencia** con el fin de crear un espacio de discusión racional, pública y permanente sobre el periodismo y la ciencia que se hace en México. A punto de cumplir su primera década de actividades, esta Red cuenta con más de 140 socios, varios de ellos realizan su trabajo periodístico relacionado con cuestiones ambientales.

### Algunos buenos referentes de Periodismo Ambiental

Para conocer más sobre el periodismo ambiental que se realiza hoy en día en medios sociodigitales, presento aquí una breve lista de algunos sitios en internet en los que podrás encontrar diversas noticias ambientales.

- En México, el portal informativo "[Son Playas](#)" busca contribuir con el conocimiento, la apreciación y el cuidado del entorno natural, especialmente el costero a través de información de calidad. Su fundadora, la periodista Raquel Zapien lanzó la publicación de este sitio en marzo de 2019 desde Mazatlán, Sinaloa. Desde entonces, este portal de noticias ambientales se ha comprometido con el periodismo libre e independiente, ajeno a cualquier interés político o económico.

- En una línea similar, pero desde la Bahía de Banderas en el occidente de México, en 2020 surgió "[Otra Marea](#)", un portal de noticias ambientales para contar los asombros cotidianos que implica vivir cerca del mar. El medio de comunicación se autodefine como comunitario y colaborativo que desarrolla su trabajo sobre medio ambiente y derechos humanos desde una perspectiva ecológica.

- Otro sitio de internet mexicano que alberga noticias ambientales es "[Verde Bandera](#)". Se lanzó en junio de 2011 y sus creadores tomaron la iniciativa de lanzar este espacio virtual para que los lectores encontraran información

ambiental útil así como herramientas para la participación social. Su meta es publicar temas locales con enfoque global, y temas globales con enfoque local. Por su labor en el periodismo, ha recibido en dos ocasiones el Premio Jalisco en 2012 y en 2014, un galardón que resalta la labor periodística realizada en este estado del occidente de México.

- Un referente importante de noticias ambientales en la región de América Latina es el portal conocido como [Mongabay](#). Este es un proyecto a nivel mundial con más de 100 colaboradores que realizan reportajes ambientales en diversas partes del mundo. Se trata de una organización sin fines de lucro comprometida con la información ambiental relacionada con la biodiversidad, el cambio climático y las comunidades que dependen de la salud de los ecosistemas.

- Otro portal de noticias de ciencia y medio ambiente en América Latina es [SciDev.Net](#). Este sitio de internet es líder mundial en noticias, opiniones y análisis sobre ciencia y tecnología enfocado en los países del llamado Sur global. Cada una de sus ediciones regionales, como la de América Latina y el Caribe, incluye noticias que abordan temas de agua, biodiversidad, cambio climático, energía y contaminación.

### ¿Cómo ser parte del cambio y de la información ambiental?

Como parte de la ciudadanía nos corresponde estar bien informados para involucrarnos más en el cuidado de la salud propia y de los ecosistemas en los que vivimos. Es recomendable que desde jóvenes comencemos a interesarnos por las noticias ambientales que surgen desde nuestros contextos locales: nuestras comunidades, las ciudades que habitamos y en nuestro país.

La información ambiental es un derecho pleno al que deberíamos acceder todas las personas. Las temáticas ambientales se enriquecen también desde distintas miradas y localidades. Las radios indígenas comunitarias también son un medio muy necesario para la transmisión de información local sobre temáticas ambientales. Cada vez son más las radios comunitarias que tienen interés por noticias ambientales.

Desde Zacatecas, existe una red que agrupa 21 emisoras indígenas que abordan temas locales incluyendo el medio ambiente en lenguas originarias de sus propias comunidades. **Esta red se llama Ecos Indígenas. En Michoacán la estación de radio en Huecorio, llamada Radio Uekorheni,** aborda temas locales y crisis ambiental desde una perspectiva indígena.

La generación de información científica es tan importante como el ejercicio de su comunicación. Las y los científicos que estudian temáticas ambientales deberían comprometerse más a colaborar con periodistas y medios de comunicación para compartir con la sociedad la información que producen desde sus centros de investigación. De igual manera, la sociedad civil puede buscar mejores canales de comunicación en los que se informe sobre temas propios de la salud y el bienestar ambiental.

El periodismo ambiental es necesario y muy valioso no solo para compartir información de interés común, sino para motivar la participación de todos los sectores de la sociedad para proteger nuestros ecosistemas, el bienestar de las personas e involucrarnos más activamente en el respeto hacia la naturaleza.

Te invito a leer noticias ambientales periódicamente, a que compartas la información ambiental con tus amistades y familia e incluso, que colabores con proyectos escolares o de tu propia localidad en la que se genere información ambiental para que juntos conozcamos lo que tenemos, revaloremos la vida en el planeta y construyamos un mundo más sostenible para nosotros y para las generaciones que están por venir.

### ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Investiga algún hecho o acontecimiento ambiental reciente que haya sucedido en tu barrio, colonia o comunidad y que consideres sea de interés público.
2. Si tienes posibilidades, elabora junto con tus compañeras y compañeros un periódico mural enfocado a noticias ambientales en tu colonia, comunidad o región.



"[https://www.freepik.es/foto-gratis/chico-camara-caminando-bosque-colegial-pelo-oscuro-abrigo-sosteniendo-libro-infancia-naturaleza-concepto-ocio\\_26156683.htm#fromView=search&page=1&position=0&uuid=c03d06b2-4f64-443d-acf4-9d63c49f9fce&query=ni%C3%B1o+reportero+en+campo](https://www.freepik.es/foto-gratis/chico-camara-caminando-bosque-colegial-pelo-oscuro-abrigo-sosteniendo-libro-infancia-naturaleza-concepto-ocio_26156683.htm#fromView=search&page=1&position=0&uuid=c03d06b2-4f64-443d-acf4-9d63c49f9fce&query=ni%C3%B1o+reportero+en+campo)" Imagen de pch.vector en Freepik</a>





# EL IDIOMA SECRETO DE LAS PLANTAS

**Autor:**

**LUIS JESÚS PEÑA VÁZQUEZ**

Ingeniero Bioquímico y estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable en el CIIDIR-IPN Unidad Michoacán.

Residente de Sahuayo, Michoacán.  
Realiza investigaciones relacionadas con películas comestibles y control biológico de plagas.

Correo electrónico: [luisjpvoz@gmail.com](mailto:luisjpvoz@gmail.com)

**Coautor:**

**JOSÉ ANDRÉS BARAJAS CHÁVEZ**

Ingeniero Bioquímico y estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable en el CIIDIR-IPN Unidad Michoacán.

Residente de Jiquilpan, Michoacán.  
Realiza investigaciones relacionadas con recubrimientos comestibles e insectos benéficos.

Correo electrónico: [andresbacha115@gmail.com](mailto:andresbacha115@gmail.com)

## EL IDIOMA SECRETO DE LAS PLANTAS

Cuando hueles una flor o el pasto recién cortado, en realidad estás respirando mensajes. Sí, **mensajes "invisibles"** que están en el aire. Estos mensajes son **llamados compuestos orgánicos volátiles, o COVs**, son pequeñas moléculas químicas que nosotros no vemos, pero que nos rodean todos los días. Por ejemplo, ¿has notado cómo huele el pasto justo después de cortarlo? Ese aroma tan característico proviene de compuestos químicos como el cis-3-hexenal, un tipo de compuesto que se escapa al aire cuando la planta sufre un daño. Las plantas producen cientos de estos compuestos, cada uno con su propio olor, y no lo hacen solo para que los disfrutemos, lo hacen porque necesitan comunicarse. Ahora bien, ¿cómo "habla" una planta que no puede gritar, correr ni moverse? La respuesta está en sus aromas. Las plantas generan aromas que funcionan como mensajes claros.

A continuación, se mencionan algunos de los mensajes más importantes:

### ¡Ven por néctar y llévate mi polen!

Atracción a los polinizadores.

Cuando una flor se abre, desprende un olor formado por moléculas químicas como el linalool. Este aroma viaja con el viento y actúa como un letrero invisible que abejas, mariposas o colibríes pueden detectar a varios metros (**Figura 1**).



Figura 1. Flor llamando a sus polinizadores  
Fuente: OpenAI

¿Para qué sirve? La planta no puede desplazarse, así que necesita "mensajeros" que transporten su polen. Las abejas, por ejemplo, son atraídas por ese olor, y al aterrizar descubren el néctar, que les da energía. Mientras lo beben, su cuerpo se impregna de polen. Al visitar otra flor, parte de ese polen se desprende y permite que la nueva flor forme semillas y frutos. Así, un simple aroma ayuda a que la planta se reproduzca y el ciclo de la vida continúe. Lo más sorprendente es que todo esto es una forma de comunicación.

### ¡Me están atacando, necesito ayuda!

Llamado de emergencia.

Cuando una pequeña plaga muerde una planta, la planta no se queda quieta. Como una señal de auxilio, libera al aire una mezcla de aromas, que éstos serían como una especie de "grito de socorro" que viaja por el viento. Estos aromas no son percibidos por nosotros, pero sí por los aliados de las plantas. Es entonces cuando entran en acción sus pequeños "guardaespaldas", como las catarinas (**Figura 2**), que detectan esas señales en el ambiente. Guiadas por el olor, las catarinas llegan al lugar del ataque, atraídas no solo por el aroma de emergencia, sino también por la posibilidad de encontrar alimento. Al ubicar al intruso (como pulgones u otros insectos dañinos) lo devoran, protegiendo a la planta de más daño. Así de eficaz puede ser un aroma de emergencia. Una defensa silenciosa, pero sorprendentemente efectiva.



Figura 2. Planta pidiendo ayuda a Catarina  
Fuente: OpenAI



Pero estos aromas no solo piden ayuda, también dan pistas muy útiles. Informan qué tipo de enemigo está atacando, en qué parte de la planta ocurre el daño, e incluso pueden confundir al invasor para que no escape o no se reproduzca. Es como si la planta enviara un mensaje inteligente que guía a los aliados correctos justo hacia donde se necesita.

Pero no todo ocurre sobre la superficie, las plantas también “hablan” bajo el suelo. Cuando una larva daña sus raíces, la planta libera sus aromas o compuestos volátiles al suelo, enviando una señal química. Estos aromas por debajo del suelo son detectados por aliados diminutos, llamados **nematodos entomopatógenos**, los cuales son gusanos microscópicos.

Al captar la señal, los nematodos siguen el rastro hasta encontrar a la plaga escondida entre las raíces. Cuando la encuentran, entran en su cuerpo y la eliminan desde el interior. De esta forma, ayudan a la planta a defenderse desde abajo, en el interior del suelo (**Figura 3**). Así, incluso bajo suelo, las plantas encuentran formas sorprendentes de comunicarse y pedir ayuda para protegerse.



**Figura 3.** Nematodos atacando a gusano  
Fuente: OpenAI

**¡Atención, se aproxima el peligro!**  
Alerta de planta a planta

Cuando una planta es atacada, libera al aire sus aromas químicos. Otras plantas cercanas los detectan y al recibir el mensaje, comienzan a prepararse (**Figura 4**). Algunas producen sustancias amargas que saben mal a los insectos, y otras desarrollan pequeños pelitos que pinchan o hacen más difícil que las muerdan.

Es similar a enviar un mensaje de texto a tus amigos advirtiéndolo: “¡Cuidado, hay peligro en el vecindario!”. Entonces, básicamente ese aviso deja a las plantas en estado de alerta, como si estuvieran listas para reaccionar más rápido si algo ocurre. Aunque todavía no ha pasado nada, ya están atentas y con sus defensas activadas. A este tipo de preparación anticipada se le llama **cebado**, y ayuda a que, si el ataque llega, la planta responda mejor y más rápido. Una señal silenciosa, pero muy poderosa.



**Figura 4.** Comunicación entre plantas  
Fuente: OpenA

**¡Fuera de aquí, no me comas!**  
Barrera aromática

Además de pedir ayuda o mandar advertencias, algunas plantas también se defienden solas usando su aroma. La albahaca silvestre, por ejemplo, tiene un olor dulce que a los mosquitos no les gusta nada. Para nosotros puede ser agradable, pero para ellos es como si la planta dijera: “Este sitio no es seguro”. Se ha comprobado que este olor puede mantener alejados a algunos mosquitos, como si la planta se comunicara con ellos y les dijera: “¡Prohibido el paso!”.

Algo parecido pasa con la menta, su olor fresco tan característico, producido por una sustancia llamada mentol, resulta molesto para muchos insectos. Al percibirlo, hormigas y pulgones evitan acercarse o se van en busca de otro sitio (**Figura 5**). Así, la planta se protege enviando un mensaje invisible que dice: “no me molestes”.





Figura 5. Aromas de la planta espantando a una hormiga, Fuente: OpenAI

Estos olores no aparecen por casualidad, muchos se producen justo cuando un insecto comienza a alimentarse. Es como si la planta, al sentir la primera mordida, activara un botón de defensa química. A veces el daño libera compuestos que ya estaban listos para salir, y otras veces, la planta fabrica nuevas defensas justo a tiempo. Algunos aromas incluso se liberan cuando los insectos apenas tocan la superficie de la hoja, dañando pequeños pelitos llamados tricomas. El resultado es una barrera aromática con efecto inmediato: confundir, desagradar o ahuyentar al intruso antes de que cause más daño.

En resumen, las plantas no necesitan voz para comunicarse, sus aromas dicen todo. Así se cuidan, se ayudan y se hacen oír sin que nadie las escuche. Ahora que lo sabes, cada vez que huelas una planta, recuerda que están hablando en su idioma secreto.

### Preguntas de reflexión

1. ¿Qué tipo de compuestos usan las plantas para comunicarse con otros seres vivos?
2. ¿Qué hace una planta para que los insectos no quieran comérsela?
3. Si las raíces también pueden "hablar" ¿Cómo lo hacen cuando hay peligro bajo el suelo?
4. ¿Qué hacen las flores para atraer a los polinizadores como abejas o mariposas?

### Glosario

- **Compuestos orgánicos volátiles (COVs):** Son pequeñas moléculas químicas que salen de las plantas en forma de aroma. Viajan por el aire o por el suelo para enviar mensajes a otros seres vivos.
- **Linalool:** Es un compuesto químico o aroma dulce y floral que producen muchas flores y sirve para atraer a insectos como las abejas.
- **Mentol:** Es el olor fresco y fuerte que tiene la menta. A algunos insectos no les gusta y por eso se alejan.
- **Tricomas:** Son pelitos muy pequeños que tienen algunas hojas, cuando se rompen, pueden liberar olores que ayudan a la planta a defenderse.
- **Cebado:** Es como una alerta anticipada, cuando una planta detecta que otra está en peligro, se prepara para defenderse antes de ser atacada.
- **Nematodos entomopatógenos:** Son gusanos muy pequeños, que viven en el suelo y ayudan a las plantas atacando a los insectos que dañan sus raíces.

- **Polinizador:** Es un animal, como una abeja o mariposa, que ayuda a las plantas a formar semillas al llevar el polen de una flor a otra.
- **Defensa química:** Es cuando una planta se protege usando olores o sustancias especiales que molestan, espantan o confunden a los insectos enemigos.

### Referencias

- Maurya, A. K. (2020). Application of plant volatile organic compounds (VOCs) in agriculture. *New Frontiers in Stress Management for Durable Agriculture*, 369–388. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1322-0\\_21](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1322-0_21)
- Razo-Belman, R., & Ozuna, C. (2023). Volatile Organic Compounds: A Review of Their Current Applications as Pest Biocontrol and Disease Management. *Horticulturae*, 9(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040441>
- Yi, C., Teng, D., Xie, J., Tang, H., Zhao, D., Liu, X., Liu, T., Ding, W., Khashaveh, A., & Zhang, Y. (2023). Volatiles from cotton aphid (*Aphis gossypii*) infested plants attract the natural enemy *Hippodamia variegata*. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1326630>
- Zhang, L., Su, Q.-F., Wang, L.-S., Lv, M.-W., Hou, Y.-X., & Li, S.-S. (2023). Linalool: A ubiquitous floral volatile mediating the communication between plants and insects. *Journal of Systematics and Evolution*, 61(3), 538–549. <https://doi.org/10.1111/jse.12930>
- 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>





# ¡Auxilio, el suelo sabe a sal!

## El dilema de las tierras que no dan frutos

---

### Autor:

**JOSÉ MANUEL OREGEL ZAMUDIO**

Ing. Bioquímico, estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable en el CIIDIR IPN Unidad Michoacán.

Su línea de investigación se centra en el manejo integrado de plagas y la variabilidad genética en plantas, con un enfoque orientado al desarrollo de estrategias sustentables para la protección y mejoramiento de cultivos.

### Coautora:

**DIOSELINA ÁLVAREZ BERNAL**

Ing. Bioquímica en alimentos, Doctora en Ciencias en Biotecnología Ambiental.

Actualmente es profesora-investigadora en el CIIDIR IPN Unidad Michoacán.



## ¡Auxilio, el suelo sabe a sal!

### El dilema de las tierras que no dan frutos.

Cierras los ojos y piensas en la tierra que te sostiene: el jardín de la escuela, la milpa que recorre tu abuelo, el planeta mismo. La llamamos con cariño porque la sentimos eterna, pero la ciencia distingue un estrato decisivo dentro de esa palabra: el suelo. Es una piel viva de apenas el grosor de un cuaderno que alberga minerales nacidos de montañas milenarias, gotas de agua que suben y bajan como pulmones, túneles de aire y un ejército silencioso de lombrices, bacterias y hongos. Sin esa delgada capa, no habría maíz, alfalfa, nopal ni mango; tampoco habría frijoles en la olla ni tostadas en la mesa.

Ahora imagina que, sobre esa piel, se forma una película casi invisible de sales. El suelo huele igual, luce húmedo, pero sus raíces se quedan sedientas porque el agua prefiere abrazar a los cristales que alimentan la sal. Las hojas se queman bajo el mismo riego que antes las hacía brillar; la superficie se endurece tanto que el arado rebota. El campo, que ayer cantaba verdor, hoy se queda mudo. Ese proceso se llama **salinización** y avanza como termita blanca en valles de riego, llanuras costeras, rancherías y ejidos de todo México.

Cada hectárea conquistada por la sal significa menos granos en el granero y más retos para las familias que trabajan el campo.

### Suelo y tierra, la piel que alimenta al mundo

Cuando observas un paisaje, todo parece un bloque continuo de «tierra»: la vereda polvorienta, los montes lejanos, el huerto y hasta la maceta junto a la ventana. Sin embargo, el suelo es apenas la epidermis viva de ese universo terrestre; no es roca desnuda ni simple polvo, sino una fábrica microscópica donde ocurren reacciones químicas, fluye corrientes de agua y se cruzan redes de raíces que intercambian mensajes y nutrientes.

En un puñado de suelo hay más seres vivos que habitantes en una ciudad entera. Gránulos de arena y limo se mezclan con restos de hojas en descomposición; las lombrices excavan túneles que airean la mezcla; hongos extienden filamentos que conectan varias plantas como cables de internet natural, y bacterias

transforman residuos orgánicos en minerales listos para que las raíces los absorban.

Esa alianza invisible es la que hace posible que un árbol de mango fructifique, que las espigas de maíz engorden y que una col rizada levante sus hojas.

Además de ser hogar y despensa para las plantas, el suelo regula el ciclo del agua al absorber la lluvia y liberarla lentamente hacia ríos y acuíferos. También captura carbono en su materia orgánica y lo mantiene fuera de la atmósfera, ayudando a moderar el clima.

Cuando esta piel se altera ya sea por erosión, compactación o exceso de sales, las plantas pierden su principal soporte, el agua escurre sin filtrarse y la fertilidad se desvanece como un cuento mal recordado. Cuidar la diferencia entre «tierra» y suelo nos recuerda que la verdadera riqueza agrícola no es el espacio que pisamos, sino la delgada capa viva que alimenta al mundo.

### Los caminos secretos de la sal

La sal llega al campo como un rumor silencioso que usa muchos disfraces. A veces proviene de la memoria geológica: mares y lagunas que cubrieron el norte y el altiplano hace millones de años dejaron yesos y cloruros atrapados en arcillas profundas; cuando los veranos son más secos o la vegetación desaparece, esas sales suben por capilaridad, el agua se evapora y un velo blanco delata su regreso.

En las franjas litorales la bruma marina actúa como mensajera diaria: microgotas lanzadas por las olas viajan kilómetros tierra adentro y, tras evaporarse, siembran cristales invisibles que se acumulan ciclo tras ciclo. Los acuíferos salobres de valles cerrados y desiertos añaden otro sendero: al elevarse la napa por exceso de riego o lluvias intensas, el agua trepa por los poros del suelo y deja sus sales en la superficie.



www.freepik.com



El riego agrícola, indispensable para los cultivos, también abre puertas al invasor: cada litro de agua lleva su propia porción de sales; si se inunda sin un buen drenaje, esas sales se quedan y se multiplican. El problema se agrava cuando el agua de los pozos ya es ligeramente salobre o cuando se aplican fertilizantes clorados y sulfatados en dosis mayores a las que las plantas alcanzan a absorber: lo que sobra se cristaliza bajo el siguiente golpe de sol. A ello se suma la labranza intensa que desnuda el suelo; el sol evapora la humedad, el viento barre la película de agua y la sal asciende como si viajara en ascensor.

Todas estas rutas cobran velocidad con el cambio climático: temperaturas más altas y lluvias desordenadas significan evaporación acelerada y menos lavados naturales. Así, valles de riego del noroeste, llanuras costeras del Golfo y del Pacífico, y antiguas cuencas lacustres del centro del país se convierten en escenarios donde la sal compite con el verde. Conocer estos caminos secretos es el primer paso para cerrarles el paso y proteger la piel fértil que sostiene nuestras cosechas.

### Sed inhumana, el estrés osmótico en acción

La primera puñalada de la sal no se ve a simple vista; ocurre dentro de la raíz. Cuando la solución del suelo se satura de iones, sobre todo sodio y cloro, su presión osmótica sube tanto que el agua ya no fluye hacia la planta. Es como ofrecerle agua de mar a un naufrago: beberla solo agrava la sed. Para no deshidratarse, la planta cierra los estomas (sus diminutas válvulas respiratorias) y la fotosíntesis queda en pausa. Con el motor energético al ralentí, la fábrica de azúcares disminuye y el crecimiento se frena: tallos cortos, hojas pequeñas y raíces que exploran menos suelo.

El primer aviso en el campo es la clorosis. Las hojas jóvenes pierden su verde intenso y viran a amarillo pálido porque los cloroplastos, sin agua suficiente, producen menos clorofila. Al mediodía, cuando el sol exige transpiración, las plantas se encorvan y parecen abatidas, aunque el terreno esté húmedo. Si la acumulación de sales continúa, las puntas se "cuecen": las células epidérmicas colapsan y aparecen manchas pajizas que avanzan hacia la base.

El maizal (**Ilustración 1**) muestra este fenómeno: hojas amarillas, porte achaparrado y surcos irregulares indican sed osmótica, el agua está allí, pegada a los cristales, pero fuera del alcance de las raíces.



**Ilustración 1.** Maíz bajo estrés salino  
(autoría propia)

Algunas especies intentan salvarse con ajuste osmótico: concentran solutos compatibles como prolina, azúcares o sales de potasio para bajar su propio potencial hídrico y absorber algo de agua. Ese salvavidas cuesta energía y recorta aún más el crecimiento. Otras vuelven carnosas sus hojas para diluir internamente las sales en vacuolas. Son estrategias de emergencia; si el estrés persiste, la balanza energética se rompe y la cosecha se desploma. Lo que empezó como sed invisible se traduce en menos mazorcas, frutos escasos y plantas vulnerables a plagas, abriendo paso al siguiente golpe de la sal: la toxicidad iónica que corroe la célula desde dentro.

### Tóxico silencioso, sodio y cloro invaden la planta

Cuando la planta logra beber un sorbo en un suelo salino, el agua llega acompañada de polizones: iones sodio (Na) y cloro (Cl). Al principio viajan en silencio, pero pronto se vuelven huéspedes incómodos. El sodio desplaza al potasio en las membranas, altera la actividad de bombas y canales iónicos y bloquea enzimas que regulan la fotosíntesis y la síntesis de proteínas. Mientras tanto, el cloro se acumula en vacuolas y tejidos viejos; si rebasa la capacidad de almacenamiento seguro, las hojas se tornan primero verde grisáceo, luego amarillas, y por último marrones en sus bordes.

En pocas palabras, toxicidad iónica es cuando entra demasiada sal a la planta. Esa sal “empuja” a los nutrientes buenos que la planta necesita para funcionar y desordena su maquinaria interna. Las hojas lo delatan: se amarillean y se queman por los bordes, y el tallo deja de crecer, aunque el suelo se vea húmedo. La planta intenta defenderse guardando parte de esa sal en rincones seguros o expulsándola en granitos, pero ese esfuerzo la cansa y rinde menos (**Ilustración 2**).

Dentro de las células, ambos iones rompen la homeostasis iónica. La cadena de transporte de electrones en los cloroplastos genera especies reactivas de oxígeno (radicales libres) que pinchan lípidos y deshilachan proteínas. Para defenderse, la planta gasta energía extra fabricando antioxidantes y proteínas de choque; ese esfuerzo desvía recursos que deberían ir a la producción de granos, frutos o biomasa. El resultado visible es la necrosis marginal: las puntas y los bordes de las hojas maduras se secan como si hubieran sido chamuscados.

Este ataque iónico también afecta la raíz. El exceso de sodio en la rizosfera destruye los agregados de arcilla, reduce la porosidad y limita la respiración radicular. Con menos oxígeno y un ambiente químicamente hostil, la raíz emite menos citocininas; el crecimiento del tallo se detiene, las espigas florecen tarde o no florecen, y los frutos quedan pequeños y escasos.

Si la planta no dispone de mecanismos de exclusión o compartimentación eficaces, el “tóxico silencioso” acaba por colapsar la maquinaria interna. Lo que comenzó como sed osmótica culmina en intoxicación celular: clorofila degradada, estomas que ya no abren, fotosistemas dañados y, finalmente, caída prematura de hojas. El cultivo se vuelve un esqueleto verde amarillento con pocas semillas viables. En este punto, la parcela salina da su segundo aviso claro: ya no basta con agregar agua; hay que reducir la carga de sodio y cloro en el sistema. Esa tarea de lavar, drenar y mejorar la estructura del suelo, será crucial

para evitar que la costra blanca (**Ilustración 2**) avance y convierta la chacra en un páramo improductivo.



**Ilustración 2.** Costra salina que invade la superficie (autoría propia)

### Efecto dominó de menos mazorcas a menos biodiversidad

La historia de la sal en el campo no termina en hojas amarillas ni en puntas quemadas: apenas comienza ahí. Cada centímetro de costra blanca significa menos fotosíntesis y, por tanto, menos granos en la mazorca, menos kilos de tomate por surco, menos vainas de frijol en la olla. El productor intenta compensar con más riego y más fertilizante; sin embargo, esa medicina viene con su propia dosis de sales y el ciclo se vuelve vicioso. Lo que antes rendía cien, ahora apenas entrega setenta... y el margen de ganancia se evapora igual que el agua en plena canícula.

Con menos ingreso, la familia recorta gastos en insumos de calidad, reduce el número de jornaleros y, a menudo, migra temporalmente para cubrir necesidades básicas. Los jóvenes que se marchan dejan huertas sin mano de obra y saberes campesinos que se diluyen. A nivel comunitario, la pérdida de cosecha encarece los alimentos locales; el precio del maíz sube en la tortilla y el del jitomate pesa en el mercado. La salinización, entonces, deja de ser un asunto agronómico y se convierte en un problema social.



Pero el impacto va más allá del bolsillo humano. Cuando la vegetación agrícola declina, disminuye también la sombra sobre la superficie; el suelo se recalienta, la materia orgánica se desintegra más lento y las lombrices abandonan su labranza subterránea. Con menos raíces que lo sujeten, el terreno se erosiona: el viento levanta polvo salino que irrita ojos y pulmones en las comunidades vecinas. Las avenidas súbitas de lluvia arrastran esa mezcla sal-arcilla a ríos y presas, donde la sal afecta la calidad del agua y altera los hábitats acuáticos.

El golpe final lo recibe la biodiversidad. Insectos polinizadores como abejas nativas, mariposas, escarabajos, encuentran menos flores y se desplazan; aves insectívoras que dependían de ellos pierden alimento; pequeños mamíferos y reptiles que merodeaban los bordes del cultivo se quedan sin refugio. El mosaico agrícola-silvestre, que antes funcionaba como corredor ecológico, se fragmenta. Esa pérdida de diversidad biológica reduce la resiliencia del paisaje ante plagas y sequías, cerrando el círculo de vulnerabilidad.



**Ilustración 3.** Sal que aflora tras la cosecha (autoría propia).

### **Conclusión:** **Devolver la voz al suelo.**

La sal no es un enemigo visible como los insectos ni ruidoso como la sequía, pero puede ser igual de devastador. Llegas por rutas que a veces heredamos como mares fósiles, bruma costera y otras que construimos, riego sin drenaje, exceso de fertilizante, hasta convertir la piel viva del suelo en un espejo amargo. Primero provoca sed en las raíces, después

envenena la vida de la planta con sal y, si no se atiende, desencadena un efecto dominó que derriba cosechas, ingresos y biodiversidad.

### **¿Qué podemos hacer hoy?**

El camino empieza por saber cuánta sal hay con una prueba sencilla del suelo. Luego hay que abrir paso al agua con zanjas o tubos de desagüe y dar riegos de enjuague para que la sal baje y salga de la parcela. Conviene cuidar la piel del suelo con restos de cosecha y composta para que no se evapore tanto, regar con cabeza, riegos oportunos y sin inundaciones largas y, mientras el terreno se recupera, sembrar por un tiempo cultivos que aguantan mejor la sal. En los parches más dañados, se pueden establecer franjas de plantas que toleran la sal; al cortarlas y retirarlas, nos llevamos parte de esa sal con la planta. Y, cuando un técnico lo recomiende, también puede agregarse calcio al suelo para ayudar a despegar el sodio y que el enjuague funcione mejor.

Si escuchamos a tiempo ese susurro, ese crujido de la costra blanca, el amarilleo temprano de las hojas, podemos evitar que la parcela se transforme en desierto. Devolver la voz al suelo significa recuperar mazorcas, mantener vivas las tradiciones agrícolas y proteger el entramado de insectos, aves y microorganismo que comparte la mesa con nosotros.

### **Preguntas de reflexión**

1. ¿Por qué una planta puede marchitarse en un suelo húmedo cuando hay exceso de sal?
2. Si el agua de riego de tu comunidad contiene algo de sal, ¿qué práctica sencilla ayudaría a evitar que la sal se acumule en la parcela?
3. Imagina que la tortilla sube de precio porque los maizales locales se salinizan. ¿Qué soluciones colectivas podrían plantear estudiantes y agricultores para recuperar el suelo?
4. Mientras caminas por un cultivo, mencionas tres señales que te harían sospechar de salinidad. ¿Cómo confirmarías tu sospecha sin un laboratorio costoso?

### Glosario

- **Salinización:** Acumulación de sales solubles en el suelo a niveles que afectan negativamente el crecimiento de las plantas.
- **Estrés osmótico:** Condición fisiológica en la que las plantas no pueden absorber agua del suelo debido a la alta concentración de sales.
- **Fitotoxicidad:** Daño en los tejidos de las plantas causado por sustancias tóxicas como el sodio y el cloro en exceso.
- **Microbiota edáfica:** Conjunto de microorganismos que viven en el suelo y cumplen funciones esenciales en la fertilidad.
- **Costra salina:** Capa blanca y dura que se forma en la superficie del suelo debido a la evaporación del agua y acumulación de sales.

### Referencias

- Lastiri-Hernández, M. A., Álvarez-Bernal, D., Soria-Martínez, L. H., Ochoa-Estrada, S., & Cruz-Cárdenas, G. (2017). Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de siete especies forrajeras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6), 1245-1257. Recuperado el 19 de junio de 2025, de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000601245&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000601245&lng=es&tlng=es)

- CIMMYT & Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Transformando suelos salinos en suelos fértiles: resultados del proyecto MasAgro (2023).
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2017). Guía práctica de drenaje y lavado en suelos salinos del norte de México. Jiutepec: IMTA.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). Suelos afectados por salinidad: Portal temático y hojas técnicas. Recuperado el 19 de junio de 2025 de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/es/>
- Hernández Victoria, P. P., Flores Magdaleno, H., Quevedo Nolasco, A., Flores Velázquez, J., Cruz Cárdenas, G., & Meráz Maldonado, N. (2025). La salinización del suelo cultivable: Causas, problemática actual asociada al cambio climático y áreas de oportunidad. *Enfoques Transdisciplinarios: Ciencia y Sociedad*, 3(1). Recuperado de <https://revistaenfoques.ciatej.mx/index.php/revistaenfoques/article/view/55>



# TECNOLOGÍA

---



**3**

**UNIDAD**

---



# ¿Qué son los vehículos Eléctricos?

---

**Autora:**

**BRENDA CRYSTAL SUÁREZ ESPINOSA**

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico Superior de Uruapan.  
Profesor investigador, adscrito a la División de  
Ingeniería Industrial.

Correo electrónico: [brenda.se@uruapan.tecnm.mx](mailto:brenda.se@uruapan.tecnm.mx)

**Coautor:**

**GERARDO LORETO GÓMEZ**

Tecnológico Nacional de México / Instituto  
Tecnológico Superior de Uruapan.  
Profesor investigador, adscrito a la División de  
Ingeniería Mecatrónica.

Correo electrónico: [gerardo.lg@uruapan.tecnm.mx](mailto:gerardo.lg@uruapan.tecnm.mx)



### ¿Qué son los vehículos eléctricos?

Los vehículos eléctricos (EV), son automóviles que utilizan energías alternativas, como es el caso de los BEV, por sus siglas en inglés, éstos requieren una fuente de energía eléctrica de una batería en lugar de gasolina para poder moverse **(Ver figura 1)**. Si bien actualmente los autos eléctricos representan una opción para reducir la contaminación, el primer auto de tipo eléctrico fue construido desde hace casi dos siglos por el inventor escocés Robert Anderson (bbva, 2025). Los principales elementos de un auto eléctrico BEV son el motor, el puerto de carga, los transformadores y los controladores.



**Figura 1.** "Coche eléctrico", Reproducido por Freepik, (<http://www.freepik.com>).

El motor de un auto eléctrico no requiere combustión para generar movimiento y en su caso, utiliza energía eléctrica la cual es almacenada en baterías **(Ver figura 2)**.



**Figura 2.** "Motor y baterías de un auto eléctrico". Reproducido por Freepik. (<http://www.freepik.com>).

El puerto de carga es por donde recibe la electricidad del exterior **(Ver figura 3)**. Los transformadores tienen la función de convertir la electricidad que llega con la tensión o fuerza (voltaje) y la cantidad (amperaje) correctos para que el sistema de recarga se cargue bien y de forma segura. Los controladores sirven para regular la energía que recibe el motor, esto se puede visualizar mediante aplicaciones móviles. **(Ver figura 4)**.



**Figura 3.** "Puerto de Carga". Reproducido por Freepik. (<http://www.freepik.com>).



**Figura 4.** "Pantalla con información de recarga de la batería". Reproducido por Freepik. (<http://www.freepik.com>).

Actualmente, la tecnología más común para propulsión de los vehículos eléctricos BEV es la de baterías de ion de litio. Los iones de litio son partículas muy pequeñas de tamaño microscópico que provienen del elemento químico Litio. Este tipo de baterías suele usarse también para la recarga de celulares, computadoras personales, entre otros. Las baterías de litio son las que sustituyen a los depósitos de gasolina de los vehículos tradicionales.

Existen también otras fuentes de energías alternativas para los EV, como el hidrógeno, que es utilizado en las celdas de combustible o Fuel Cell Electric Vehicles FCEV, por sus siglas en inglés, lo cual representa mayor autonomía y recarga rápida, sin embargo, el número limitado de estaciones de servicio de hidrógeno y el costo es su principal desventaja frente a los de vehículos eléctricos de batería BEV, que tienen un menor costo así como una mayor disponibilidad de red eléctrica para recarga (De Wolf y Smeers, 2023).

### Características

Una característica que llama la atención en los vehículos eléctricos EV es que no tienen palancas de cambios de velocidad ya que el motor no la necesita para su óptimo funcionamiento y por lo tanto tampoco cuentan con caja de cambios o caja de velocidades, esto debido a que el movimiento generado por el motor llega hasta las ruedas. Cuentan con un freno regenerativo el cual consiste en aprovechar toda la energía en movimiento del vehículo en el momento de la desaceleración para recargar la batería sin desperdiciar energía en forma de calor en los discos de freno (Hyundai, 2022)

### ¿Cómo funcionan los autos eléctricos BEV?

Un auto eléctrico funciona con baterías recargables, las cuales se recargan a través del enchufe que se puede conectar en alguna estación de recarga, una vez cargadas las baterías, el motor transforma la energía eléctrica de la batería en energía mecánica (energía de movimiento), esto sucede debido a que la corriente eléctrica pasa por un cableado que se le conoce como bobinas y eso hace que se genere un campo electromagnético que hace que un núcleo central se mueva (este núcleo central también se le conoce como rotor), el que a su vez, se encuentra dentro de una pieza fija llamada estátor. La rotación del núcleo central genera un movimiento de giro continuo de rotación, de donde la energía generada es transferida por un eje de transmisión, lo cual permite que varíe la velocidad del automóvil. (Ver figura 5)



**Figura 5.** "Motor de vehículo eléctrico".  
Reproducido por Freepik. (<http://www.freepik.com>)

### Ventajas e inconvenientes de los autos eléctricos

Los vehículos eléctricos no funcionan con gasolina, entonces al no utilizar gasolina no se genera una combustión de hidrocarburos (productos derivados del petróleo) por lo tanto no se emiten contaminantes a la atmósfera, lo que significa que son amigables con el medio ambiente, además, requieren menos mantenimiento que los autos convencionales, debido a que tienen un diseño más simple de sus componentes como la batería y el motor, por otra parte los motores eléctricos funcionan de una forma más suave y silenciosa ya que tienen menos vibraciones o movimientos de las válvulas y pistones que tienen los motores de los vehículos de combustión (los convencionales). En sí, la principal diferencia entre un auto eléctrico y uno de combustión es el funcionamiento del motor.

Los motores de los vehículos de combustión se componen de más elementos, como lo son los pistones, cilindros, bujías, entre otros, por lo que para poder funcionar el combustible (gasolina) se quema y genera energía, esa energía mueve los pistones y los pistones a su vez mueven el árbol del cigüeñal y este árbol del cigüeñal (Ver figura 6) lleva al movimiento de las ruedas.



**Figura 6.** "Árbol del cigüeñal". Reproducido por Freepik. (<http://www.freepik.com>)



Los lugares o países en los que más se conducen vehículos eléctricos son China, Europa, Estados Unidos, India, Tailandia e Indonesia (Mulvaney, 2023).

Un aspecto importante que se debe considerar es que las baterías de estos vehículos son recargables, por lo que para poder recargar sus baterías es necesario contar con estaciones de recarga disponibles al público.

### ¿Dónde se pueden recargar los vehículos eléctricos en México?

Según señala la Asociación de Electromovilidad en México (EMA), actualmente hay más de 3 mil estaciones de recarga pública, cerca de 28 mil estaciones de carga residenciales y 35 estaciones de carga rápida, así mismo, existe también la opción de recargar el vehículo en casa solicitando la instalación de un cargador con algún distribuidor cercano (Vemo, 2025).

### Rango de precios

Actualmente el Gobierno de México, ha impulsado un proyecto de vehículos eléctricos denominado "Olinea", que en náhuatl significa "moverse", en miras de que este sistema de transporte pueda satisfacer las necesidades de movilidad urbana de manera ecológica y eficiente, cuyos precios se proyectan de entre 360 a 540 mil pesos, precio que se encuentra muy por debajo de los autos eléctricos de mayor tamaño y precio que existen en el mercado cuyos precios están por arriba de los 600 mil pesos (Contreras, 2024), por lo que el proyecto de autos eléctricos mexicanos representa una alternativa accesible y competitiva con respecto a otras marcas internacionales.

### Preguntas de reflexión

1. ¿Qué mantenimiento requieren los autos eléctricos?
2. ¿Cuánto duran las baterías de los autos eléctricos?
3. ¿Qué otros materiales podrían reemplazar a las baterías de iones de litio?
4. ¿Qué diferencia hay entre un vehículo eléctrico y un vehículo híbrido?

### Glosario

- **Tensión:** Fuerza con la que se empuja la electricidad por los cables.
- **Amperaje:** Cantidad de corriente eléctrica que fluye por una batería.
- **Sistema de recarga:** Aparato o mecanismo que carga, por ejemplo, una batería.
- **Baterías de iones de litio:** Dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica, en el cual, los iones de litio se desplazan de polo a polo.
- **Iones de litio:** Son átomos de litio que han perdido un electrón, por lo que tienen carga eléctrica positiva. En química se escriben como  $\text{Li}^+$ , este pequeño cambio hace que se muevan fácilmente y transporten electricidad.
- **Litio:** Elemento químico muy ligero, blando y de color plateado. En la tabla periódica de los elementos se le conoce como Li.
- **Propulsión:** Fuerza que hace que algo se mueva.
- **Energía cinética:** Energía que tiene un objeto cuando está en movimiento.
- **Válvula:** Piezas metálicas pequeñas que controlan la entrada y salida de gases en el motor.

- **Pistones:** Piezas metálicas cilíndricas que se mueven de arriba hacia abajo dentro del motor de un automóvil.
- **Energía mecánica:** Capacidad que tiene un cuerpo para producir un movimiento.
- **Olinea:** Nombre que se le dio al proyecto del gobierno de México para la fabricación de autos eléctricos. La palabra "Olinea" en náhuatl significa "movimiento".



<https://mxc.com.mx/2025/08/19/olinia-el-coche-electrico-mexicano-llegara-en-2026-con-un-logo-inspirado-en-alebrijes/>

### Referencias

BBVA. (18 de febrero de 2025). Vehículo Eléctrico: ¿Qué es y cómo funciona este vehículo?. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-automovil-electrico/>

Contreras, J. (2024). Olinea, ¿Cuánto cuesta el primer auto eléctrico en México? INFOBAE. Consultado de [linobae.com](https://www.infobae.com/mexico/2024/10/16/olinia-cuanto-cuesta-el-primer-auto-electrico-de-mexico/) <https://www.infobae.com/mexico/2024/10/16/olinia-cuanto-cuesta-el-primer-auto-electrico-de-mexico/>

De Wolf, D., y Smeers, Y. (2023). Comparación de vehículos eléctricos de batería y vehículos de pila de combustible. Revista Mundial de Vehículos Eléctricos, 14 (9), 262. <https://doi.org/10.3390/wevj14090262>

GDN (2025). Gran Diccionario Náhuatl [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de México [Ciudad Universitaria, México D.F.]: 2012 [ref del 19-06-2025]. Disponible en la Web <http://www.gdn.unam.mx>

Hyundai. (06 de junio de 2022). ¿Qué es el freno regenerativo?. HYUNDAI Zona ECO. <https://www.hyundai.com/canarias/es/blog/que-es-freno-regenerativo/>

Mulvaney, Kieran. (16 de junio de 2023). Todo lo que debes saber sobre el coche eléctrico antes de comprar uno. Revista NatGeo National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2023/06/coches-electricos-todo-lo-que-debes-saber>



# INGENIERÍA DE MATERIALES



**4**  
**UNIDAD**





# Nada se desperdicia: **materiales** compuestos con historia **verde**

**Autor:****FERNANDA PÉREZ GARCÍA**

Estudiante de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. UMSNH. Ciudad Hidalgo, Michoacán.

Es una estudiante que ha sido galardonada con premio por mejor promedio, ha participado en veranos científicos de investigación y está interesada en el estudio y desarrollo de materiales compuestos de madera.

Correo electrónico: 2124154f@umich.mx

**Coautora:****MIRIAM SEDANO MENDOZA**

Profesora de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. UMSNH. Ciudad Hidalgo, Michoacán.

Es profesora e investigadora desde 2010. Se dedica al estudio de los residuos forestales, ha participado en congresos y ha publicado artículos científicos y de divulgación, participando en el Programa Lectura Científica en 2016.

Correo electrónico: miriam.sedano@umich.mx



## Nada se desperdicia: Materiales compuestos con historia verde

### ¿Qué es un material compuesto?

Un material compuesto es una mezcla de dos o más materiales diferentes que, al unirse, forman uno nuevo con mejores características. Por ejemplo: Si juntamos madera con plástico o metal, podemos lograr un material que sea más resistente, más liviano o duradero que si usáramos cada uno por separado.

Estos materiales se usan mucho en ingeniería, construcción, diseño y más. A veces se hacen "a la medida", es decir, especialmente pensados para lo que se necesita. Así, las empresas pueden tener materiales únicos, que no existen en la naturaleza, pero que combinan lo mejor de cada componente.



Imagen 1. Tablero de madera1

Todo Tecnología. (2011, 13 diciembre).

Tipos de tableros de madera. Blogger.

<https://todotecnologia-eso.blogspot.com/2011/12/tipos-de-tableros-de-madera.html>

### La madera: un recurso que tiene mucho que dar.

Estamos tan acostumbrados a ver la madera en todos lados que a veces no notamos su valor: casas, muebles, lápices, puertas... ¡Está por todas partes!

La madera viene de los árboles, que son seres vivos, así que no hay dos piezas de madera exactamente iguales. Su forma y calidad dependen de muchas cosas: el clima, el agua, el terreno, el tipo de árbol y hasta si hubo tormentas o sequías.

Por eso, cada tronco es único, y eso puede ser una ventaja o una desventaja. Por ejemplo, un pedazo de madera puede ser muy fuerte en una dirección, pero débil en otra. Eso no pasa con materiales como el acero, que son más uniformes.

Pero la madera tiene algo que otros materiales no tienen: es renovable.

Los metales y cerámicos vienen de minerales que se acaban, y los plásticos contaminan.

En cambio, los árboles pueden volver a crecer, y además limpian el aire mientras están vivos.

Y como hay muchas clases de madera, podemos usarlas para cosas muy diferentes: desde construir un modelo a escala hasta fabricar un violín o soportar el peso de un tren.

### ¿Y si usamos los restos de la madera?

Hace muchos años, después de la Segunda Guerra Mundial, había escasez de materiales para construir casas. Entonces, alguien tuvo una gran idea: Usar el aserrín (los restos de madera que salen al cortarla) y pegarlo con un adhesivo fuerte para formar tableros.

Así nació el **tablero aglomerado**, un material nuevo, barato y útil.

Y no solo eso, era más uniforme que la madera original, porque estaba hecho con muchas partes mezcladas.

Ese fue solo el comienzo. Después se empezó a probar con otros residuos, como fibras, virutas y hasta plásticos o cerámicos. El objetivo era aprovechar lo que antes se tiraba.



Imagen 1. Tablero de madera2

2 Fazedores. (s.f.). [Fotografía de placas de MDF, compensado y aglomerado]. En MDF, compensado e aglomerado: Entenda as diferenças.

<https://blog.fazedores.com/mdf-compensado-aglomerado/>

## ¿Cómo se crean los materiales de madera que usamos en muebles, puertas y pisos?

Todo comienza con la recolección de restos de madera que, en otros tiempos, se habrían considerado basura: aserrín, virutas, trozos pequeños y fibras que sobran al cortar y trabajar los árboles. En vez de desecharlos, hoy sabemos que estos fragmentos aún tienen muchísimo valor.

El siguiente paso es clasificar estos restos por tamaño, ya que, dependiendo de éste, se utilizarán para distintos tipos de materiales. Primero, se limpian y, si es necesario, se secan para que no tengan demasiada humedad, porque eso afectaría su resistencia. Después, se mezclan con un adhesivo industrial especial. Este adhesivo es crucial, ya que mantendrá todo unido como si fuera un rompecabezas.

Una vez que la madera y el adhesivo están bien mezclados, el conjunto se coloca en moldes o sobre grandes mesas de producción. Aquí, se aplica presión y calor al mismo tiempo: la presión compacta los materiales, eliminando huecos y dándole forma, mientras que el calor ayuda a que el adhesivo se endurezca y fije todo en su lugar. Así, poco a poco, los restos se transforman en un nuevo material: más resistente, más uniforme y muchas veces más fácil de trabajar que la madera natural.

De este modo nacen productos como el tablero aglomerado, el MDF (tablero de fibra de densidad media) y otros materiales que usamos para fabricar muebles, puertas, pisos, y hasta elementos estructurales. Cada tipo de material compuesto puede variar un poco en su proceso, dependiendo de qué tipo de residuos de madera se usen y qué clase de adhesivo o tratamiento adicional se aplique.



Imagen 1. Tablero de madera3  
3 HEMPGazette. (s.f.). Casa construida con bloques de cáñamo. [Imagen]. HEMPGazette.  
<https://hempgazette.com/industrial-hemp/building-construction-hemp/>

## Un Futuro Sostenible.

Los materiales compuestos de madera son una respuesta creativa y sostenible a los retos de cada época. Desde la brillante idea de usar el aserrín después de la Segunda Guerra Mundial hasta los tableros modernos de alta resistencia, estos materiales han evolucionado para adaptarse a nuestras necesidades. Lo que antes se consideraba basura, ahora se transforma en productos útiles y de gran valor.

Hoy en día, los materiales compuestos de madera son cada vez más comunes en la construcción, la fabricación de muebles y las decoraciones interiores. Sin embargo, aún falta que más personas conozcan su importancia y potencial. No solo son una alternativa práctica, sino que también están en sintonía con el cuidado del medio ambiente. Al aprovechar residuos y reducir la necesidad de talar árboles completos, estos materiales apoyan las políticas ambientales que buscan proteger nuestros recursos naturales.

## Construyendo un Mundo Mejor.

En un mundo donde la sostenibilidad es una necesidad urgente, los materiales compuestos de madera se posicionan como una pieza clave para construir un futuro más responsable y verde. Con el crecimiento de las ciudades y la presión de cuidar el medio ambiente, estos materiales ofrecen justo lo que se necesita: resistencia, versatilidad y sostenibilidad.

La investigación continúa avanzando para hacer estos materiales aún más fuertes, ligeros y amigables con el planeta. Se experimenta con nuevos tipos de adhesivos ecológicos, procesos de fabricación más limpios y combinaciones innovadoras con fibras naturales.

Incluso se está explorando su aplicación en campos como la industria automotriz y las construcciones modulares de alta tecnología.



### Preguntas de reflexión

1. ¿Por qué es importante aprovechar los residuos de madera en lugar de desecharlos?

(Pista: piensa en el impacto ambiental y el uso responsable de los recursos naturales).

2. ¿Qué ventajas tienen los materiales compuestos de madera frente a otros materiales como el metal o el plástico?

(Considera aspectos como sostenibilidad, costo, facilidad de uso o impacto ambiental).

3. ¿De qué forma el uso de materiales reciclados como el aserrín puede ayudar al cuidado del medio ambiente?

(Reflexiona sobre la tala de árboles, la contaminación y el ahorro de recursos).

4. ¿Cómo podrías aplicar lo aprendido en tu vida diaria o en tu comunidad?

(Por ejemplo, en la elaboración de muebles, proyectos escolares, talleres comunitarios o ideas emprendedoras).

### Glosario

- **Material compuesto:** Material creado al combinar dos o más materiales diferentes para obtener uno nuevo con mejores propiedades (más fuerte, más ligero, etc.).
- **Residuos de madera:** Restos o sobrantes que quedan después de trabajar la madera, como aserrín, virutas o pedazos pequeños.
- **Adhesivo:** Sustancia que se usa como pegamento para unir diferentes materiales.
- **Aserrín:** Polvo o pequeñas partículas que resultan al cortar madera con una sierra.

- **Virutas:** Tiritas delgadas de madera que se desprenden al lijar, cepillar o tallar.
- **Renovable:** Recurso que puede transformarse en nuevos productos útiles.
- **Sostenibilidad:** Uso responsable de los recursos naturales para no agotar el planeta y permitir que las futuras generaciones también los aprovechen.
- **Tablero aglomerado:** Material fabricado con residuos de madera prensados y pegados con adhesivo. Se usa mucho en muebles.
- **MDF (Tablero de Fibra de Densidad Media):** Tipo de tablero hecho con fibras finas de madera unidas con adhesivos. Es suave, uniforme y fácil de trabajar.
- **Homogéneo:** Que tiene una composición o estructura igual en todas partes.
- **Ingeniería:** Ciencia que aplica conocimientos técnicos para diseñar y construir cosas útiles (como puentes, materiales o máquinas).
- **Presión:** Fuerza que se aplica sobre un objeto o material para darle forma o unir sus partes.
- **Industria:** Actividad económica que transforma materias primas en productos elaborados.
- **Contaminación:** Presencia de sustancias dañinas en el ambiente, como los gases que producen algunas fábricas o plásticos que no se degradan.
- **Recurso natural:** Elemento que nos da la naturaleza y que usamos para vivir o fabricar cosas, como la madera, el agua o el sol.

# ECONOMÍA

---



**5**  
**UNIDAD**

---





# ¿Y si la **economía** fuera un experimento de **física**?

**Autora:**

**JENNIFER LÓPEZ CHACÓN**

Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.

Cuenta con una formación en Ciencias Físico-Matemáticas, Maestría en Negocios Internacionales y Doctorado en Ciencias Administrativas.

Su trabajo integra docencia, investigación y divulgación en temas como Econofísica, Física Educativa e Inteligencia Artificial. Ha desarrollado actividades enfocadas en la participación de mujeres en la ciencia a nivel estatal y nacional.

**Coautor:**

**ALFREDO RAYA MONTAÑO**

Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.

Cuenta con formación en Ciencias Físico-Matemáticas y Doctorado en Ciencias en el Área de Física.

Su trabajo integra docencia, investigación y divulgación en temas como física teórica, teoría cuántica, física matemática, física aplicada, física educativa, inteligencia artificial y ciencia multidisciplinaria.

## ¿Y si la economía fuera un experimento de física?

Cuando pensamos en economía, lo primero que imaginamos suelen ser bancos, dinero, precios o grandes empresas. Si hablamos de física, es probable que pensemos en planetas, átomos o fórmulas difíciles y diagramas muy enredados. Pero, aunque no lo parezca, estas dos disciplinas pueden unirse para ayudarnos a entender mejor cómo funciona el mundo. Esta unión se llama **econofísica**, una ciencia que aplica herramientas, conceptos y modelos de la física para analizar fenómenos económicos.

¿Por qué tendría sentido usar conceptos de física para estudiar la economía? Porque ambas tratan con sistemas complejos, donde muchas partes interactúan. Así como los átomos de un gas se mueven de manera caótica, también lo hacen las personas que compran y venden en un mercado. La econofísica parte de esa idea y propone que es posible encontrar patrones en medio del caos económico, tal como la física lo hace con la naturaleza.

## ¿Qué es la econofísica?

La econofísica nació en los años noventa del siglo pasado, cuando algunos físicos observaron que algunos sistemas económicos como los mercados financieros, el movimiento del dinero y la distribución de la riqueza se comportan de forma similar a ciertos sistemas físicos. Así como en un gas la energía se reparte entre moléculas siguiendo reglas estadísticas, el dinero también puede distribuirse entre personas de manera comparable. Además, al igual que en física un sistema puede cambiar bruscamente de estado —como el agua al hervir—, los mercados también pueden sufrir transiciones súbitas, como ocurre durante una crisis financiera.

La econofísica explora ideas que surgen directamente de la física estadística y la mecánica de sistemas complejos. Algunas de ellas son:

- Ecuaciones de difusión, que en física explican cómo se mueve el calor o una sustancia pero que en economía pueden describir cómo se propagan los precios o una recesión.
- Modelos de redes, que representan cómo interactúan agentes económicos como empresas, bancos o consumidores, tal como las neuronas o moléculas.
- Simulaciones de Monte Carlo, que permiten explorar miles de escenarios posibles, como en el pronóstico del clima o el comportamiento de las bolsas de valores.
- Análisis de distribuciones: por ejemplo, cómo se concentra la riqueza, usando la ley de Pareto o distribuciones logarítmicas, muy comunes también en física.

A diferencia de la economía clásica, que asume que todos los individuos actúan de forma racional y maximizan su beneficio, la econofísica parte de datos reales. Su enfoque empírico y estadístico se asemeja más al del físico experimental que al del economista tradicional.

Ejemplos sorprendentes: cuando la física ayuda a entender el dinero.

La física ha ayudado a entender mejor algunos fenómenos económicos que, a simple vista, parecen caóticos. Uno de ellos es la distribución de la riqueza. En muchas sociedades, la mayoría de las personas tiene ingresos bajos o medios, mientras que unos pocos concentran gran parte del dinero. Esto se parece a lo que ocurre en un gas: unas cuantas moléculas tienen mucha energía y la mayoría tiene poca. La econofísica usa modelos estadísticos para explicar este tipo de desigualdad como algo que surge naturalmente de muchas interacciones entre personas.

Otro ejemplo interesante son las crisis y las burbujas económicas. Cuando los precios suben mucho y de repente caen —como pasó en la burbuja inmobiliaria de 2008—, este comportamiento se puede comparar con los cambios de estado en la materia, como cuando el hielo se derrite o el agua se evapora.



Son cambios bruscos que la física llama “transiciones de fase”, y que también se pueden aplicar a la economía.

También se ha observado que, en los mercados, muchas personas tienden a copiar las decisiones de otras, incluso si no entienden del todo lo que está pasando. Este comportamiento colectivo se parece al de las partículas magnéticas, que se alinean entre sí cuando están cerca.

Gracias a esta analogía, la econofísica ha usado modelos de física del magnetismo para explicar por qué los mercados a veces actúan de forma irracional, como si todos siguieran la misma corriente sin pensar demasiado.

Imagina una barra de hierro caliente por un lado y fría por el otro. Poco a poco, el calor va viajando del extremo caliente al frío hasta que toda la barra se equilibra. **Figura 1.** La econofísica dice que algo parecido pasa con el dinero o los precios en una economía: se mueven de un lugar a otro, buscando ese equilibrio, como si fueran calor que se transfiere. En lugar de temperatura, lo que cambia aquí son los precios o la cantidad de dinero en diferentes zonas. Así, las ideas de la física también nos ayudan a entender cómo se comporta la economía en el día a día.



Figura 1: Elaboración propia.

### ¿Y la inteligencia artificial?

En los últimos años, la econofísica se ha fortalecido al integrarse con otra herramienta poderosa: la inteligencia artificial (IA). Ambas disciplinas comparten el objetivo de encontrar patrones en medio del aparente caos, y su combinación permite analizar grandes volúmenes de datos económicos para predecir comportamientos del mercado, detectar alertas tempranas de crisis y descubrir relaciones ocultas entre variables como salarios, consumo, deuda e inflación.

Esta sinergia ha dado lugar a modelos más realistas y funcionales para la toma de decisiones económicas. Un ejemplo notable es el uso de redes neuronales entrenadas con datos históricos para anticipar el comportamiento de los mercados bursátiles, imitando dinámicas propias de sistemas caóticos en física.

### Reflexión final

La econofísica no pretende reemplazar a la economía tradicional. Más bien, ofrece una nueva forma de mirar los problemas económicos, aplicando herramientas que ya han demostrado ser útiles para comprender la naturaleza. Su principal aportación es que no parte de suposiciones sobre cómo deberían actuar las personas, sino que observa cómo actúan realmente y busca patrones allí donde parece haber solo caos.

A través de esta lente científica, es posible entender mejor cómo se mueve el dinero, cómo surgen las crisis, y por qué a veces las decisiones colectivas no son tan racionales como imaginamos. La econofísica es, en resumen, un ejemplo de cómo el pensamiento científico puede cruzar fronteras y ayudarnos a comprender mejor la sociedad en que vivimos.

### Preguntas de reflexión

1. ¿Por qué crees que tiene sentido comparar a las personas con partículas o átomos en el contexto económico?
2. ¿Qué ventajas puede tener estudiar la economía con modelos que vienen de la física?
3. ¿Te parece justo que, aún comenzando todos con el mismo dinero, algunos terminen con mucho y otros con casi nada? ¿Qué dice esto sobre nuestras sociedades?
4. ¿Cómo podría usarse la inteligencia artificial junto con la econofísica para ayudar a prevenir crisis económicas?
5. ¿Con qué otros fenómenos sociales o humanos se podrían usar herramientas de la física para entenderlos mejor?

## Glosario

**Agentes económicos:** Personas o entidades (como empresas, gobiernos o consumidores) que toman decisiones sobre cómo usar recursos, producir, consumir o invertir dentro de una economía.

**Crisis financiera:** Situación económica grave en la que se pierde valor en los mercados, quiebran bancos o empresas, y aumentan el desempleo y la incertidumbre.

**Distribución de la riqueza:** Forma en que se reparte el dinero, los bienes y los recursos entre los distintos miembros de una sociedad. Puede ser equitativa o muy desigual.

**Econofísica:** Disciplina que aplica conceptos y métodos de la física —especialmente de sistemas complejos y física estadística— para estudiar fenómenos económicos como la distribución del ingreso, las burbujas financieras o el comportamiento colectivo en mercados.

**Estado crítico:** Punto en el que un sistema cambia bruscamente de comportamiento. En física puede ser cuando el agua hierve; en economía, cuando se pasa de estabilidad a crisis.

**Física estadística:** Rama de la física que estudia sistemas con muchos componentes (como moléculas o átomos) y busca describir su comportamiento promedio o colectivo.

**Inteligencia artificial (IA):** Conjunto de técnicas computacionales que permiten a las máquinas aprender, identificar patrones y tomar decisiones sin estar programadas de forma estricta para cada situación.

**Ley de Pareto:** Principio estadístico que indica que en muchos fenómenos, una pequeña parte de la población concentra la mayoría de los recursos o efectos (por ejemplo, el 20% de la gente posee el 80% de la riqueza).

**Modelo de red:** Representación gráfica de cómo interactúan múltiples elementos entre sí, como personas, empresas o bancos, parecida a un “mapa” de relaciones.

**Monte Carlo (simulación):** Método numérico que usa repeticiones aleatorias para estimar resultados probables de un sistema complejo. Se usa tanto en física como en economía.

**Patrón emergente:** Comportamiento o estructura que aparece cuando muchas partes interactúan, aunque no estaba planificado desde el principio.

**Simulación:** Recreación virtual de un fenómeno para analizar cómo se comporta bajo diferentes condiciones. Muy útil en sistemas complejos donde no se puede predecir todo con una sola fórmula.

**Sistemas complejos:** Conjuntos de muchos elementos que interactúan entre sí, como una sociedad, el clima o el mercado financiero. Su comportamiento global no siempre puede predecirse fácilmente a partir de las partes individuales.

**Transición de fase:** Cambio repentino en el estado de un sistema físico (como de sólido a líquido). En economía se usa como analogía para describir cambios bruscos, como una recesión.

## Referencias

- Chandler, D. (1987). Introduction to modern statistical. Mechanics. Oxford University Press, Oxford, UK, 5(449), 11.
- Schwichtenberg, J. (2019). Physics from Finance: A gentle introduction to gauge theories, fundamental interactions and fiber bundles. No-nonsense books.
- Yakovenko, V. M., & Rosser Jr, J. B. (2009). Colloquium: Statistical mechanics of money, wealth, and income. Reviews of modern physics, 81(4), 1703-1725.



# **SALUD**

---



**6**  
**UNIDAD**

---





# El origen astronómico del **Índice** de **Masa Corporal:**

Una aportación de  
Adolphe Quetelet

**Autor:**  
**LUIS FERNANDO ORTEGA VARELA**

Facultad de Salud Pública y Enfermería, UMSNH. Morelia, Mich.  
Premio Estatal de Divulgación Científica 2024.



## El origen Astronómico del Índice de Masa Corporal.

Uno de los problemas más importantes para la Salud Pública lo representan actualmente el sobrepeso y obesidad, su presencia produce o agrava múltiples padecimientos y las cifras nos indican que es una de las pandemias del siglo XXI. Para la determinación del exceso de peso es usual utilizar el **Índice de Masa Corporal (IMC)**; que es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla en  $\text{kg/m}^2$ , **también es conocido como Índice de Quetelet** ya que fue descrito por este matemático y astrónomo Belga en el siglo XIX. Quetelet fue considerado como un precursor de la bioestadística al generar el concepto de hombre promedio (l'homme moyen), una aplicación de la Curva Normal del astrónomo Gauss, que hasta esos momentos solo se había empleado para observaciones astronómicas.

**Palabras Clave: Hombre Promedio, Campana de Gauss, Sobrepeso y Obesidad.**

Uno de los problemas más importantes para la Salud Pública en todo el mundo lo representa actualmente el exceso de peso corporal (sobrepeso y obesidad) debido a las consecuencias negativas que genera en el estado de salud de quienes lo experimentan, ya que produce o agrava múltiples padecimientos al grado que se considera una de las pandemias del siglo XXI (Gracia-Arnaiz, 2011; Dávila-Torres et al., 2014).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa corporal que puede resultar perjudicial para la salud (Apovian, 2016; OMS, 2023). Para la determinación de dicha acumulación es usual utilizar el Índice de Masa Corporal (IMC); que es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla, utilizado frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos (OMS, 2023). Este factor, también llamado índice de Quetelet, se calcula dividiendo el peso de una persona en kilogramos por el cuadrado de su talla en metros ( $\text{kg/m}^2$ ).

**Se le denomina así porque fue descrito en la obra de Adolph Quetelet: Un tratado del hombre y el desarrollo de sus facultades, escrita en el año de 1835**, en los que resume sus

trabajos de investigación en estadística aplicada, enfocada en el establecimiento de variables de tipo antropométrico y de comportamiento social (Puche, 2005).

Adolphe Jacques Quetelet nació en Bélgica en el año de 1796 (Fig.1), en la ciudad de Gante, su afición por las matemáticas lo llevó a estudiar astronomía y geometría, gracias a esta última obtuvo el primer Doctorado conferido por la Universidad de Gante, en 1819 cuando apenas tenía 23 años (Bengoa, 1998), posteriormente se desempeñaría como profesor de matemáticas en el Ateneo de Bruselas donde logró tener contacto con el Ministro de Educación Pública de ese país; lo interesó exitosamente en la creación de un Observatorio y fue enviado a París por tres meses a aprender las técnicas necesarias.



Figura 1. Lambert Adolphe Jacques Quetelet (1796 –1874). Tomado de Faerstein & Winkelstein, 2012.

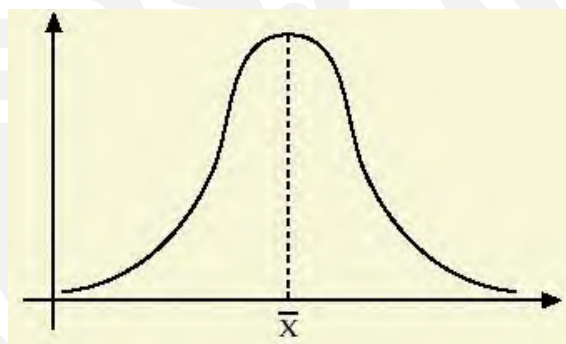
Debido a su contacto con destacados científicos franceses como Laplace, Fourier y Poisson comprendió la importancia capital de la teoría de la probabilidad en astronomía (Puche, 2005).

Quetelet fue considerado como un precursor de la bioestadística, ya que pudo demostrar que el comportamiento humano muestra patrones que se pueden describir utilizando las leyes de la probabilidad, generando así el concepto de hombre promedio (l'homme moyen), una aplicación de la Curva Normal del astrónomo Gauss, que hasta esos momentos solo se había empleado para observaciones astronómicas (Bengoa, 1998).

La genialidad de Quetelet consistió en trasladar los métodos de medición usuales en la astronomía, a las mediciones biométricas. Debido a la dificultad que representa hacer mediciones a tan larga distancia, los astrónomos están acostumbrados a tomar referencias indirectas y establecer valores

Por ejemplo, para determinar la trayectoria de un cuerpo celeste, se pueden emplear varias mediciones aproximadas con instrumentos diferentes, el promedio de esas aproximaciones puede dar el trayecto real del objeto astronómico (Caponi, 2013).

Al no tener instrumentos suficientemente confiables, se busca con distintos aparatos aquello que se mantiene constante a través de distintas mediciones (los valores medios que se concentran en la campana de Gauss), al tiempo que se pueden anular entre sí los "errores" cometidos por las diversas mediciones (los valores extremos que se concentran en los límites exteriores de la citada curva Gaussiana **Fig. 2**); así que usó este mismo principio en la medición de distintas proporciones humanas.



**Figura 2.** Curva de Distribución Normal o Campana de Gauss, en la que se representa al promedio como el valor central y los valores extremos como potenciales errores de medición. Tomado de [www.master-valencia.com](http://www.master-valencia.com)

Al parecer, Quetelet no tenía interés en la obesidad durante el desarrollo de su índice, su objetivo era definir las características del "hombre promedio" y establecerlo dentro de la distribución normal, pero como la relación entre el peso y la altura no encajaba en una "campana de Gauss", comenzó a buscar una solución. Así que condujo lo que se considera el primer gran estudio cruzado sobre el peso y estatura; recopilando una enorme cantidad de datos de recién nacidos, niños, jóvenes y adultos, para publicar sus resultados en el artículo titulado: Investigación del peso del hombre a diferentes edades, publicado en la revista *Proceedings of the Academy of Sciences* en 1832 (Eknoyan, 2008).

Las investigaciones que implican el contenido de grasa corporal y la forma de hacer estas determinaciones de manera experimental fueron en realidad muy posteriores, se tiene registro de que en 1957 fue publicado un artículo en que se recabó información sobre el IMC de los ciudadanos de Bergen en Noruega, donde se determinó que esta medida de peso corregida por la estatura, ideada por Quetelet, resulta muy conveniente para hacer comparaciones tanto para individuos de sexo femenino como masculino (Bøe, et al. 1957; Puche, 2005); no obstante, fue hasta 1972 que el término de Índice de Masa Corporal fue utilizado por Keys y colaboradores (Keys et al., 1972).

A partir de 1985, la OMS estableció que el medio adecuado para la determinación del peso corporal es el cálculo del IMC, estableciendo un intervalo de 18.5 – 25 kg/m<sup>2</sup> para lo que se considera un peso "normal", estudios prospectivos han establecido que a partir de un IMC de 25 kg/m<sup>2</sup>, un aumento de 5 unidades incrementa sensiblemente los perjuicios a la salud -se estima que el riesgo de mortalidad en general aumenta en un 29%- (Whitlock et al., 2009; Apovian, 2016).

Alrededor de 1900 millones de personas adultas se consideran con sobrepeso en todo el mundo; de este grupo se estima que unos 650 millones presentan obesidad, es decir, el 13% de la población mundial (OMS, 2023). La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut 2022), ha reportado para México una prevalencia de sobrepeso de 38.3% en los adultos, mientras que la de obesidad alcanza un 36.9%, es decir, que la suma de sobrepeso y obesidad sobrepasa el 75% de la población nacional (Fig. 3). Esta cifra supera considerablemente el promedio de sobrepeso y obesidad reportado para Las Américas (Campos-Nonato et al., 2023).

No podríamos entender estas aterradoras cifras, ni establecer estrategias de atención primaria para contener la obesidad sin las aportaciones bioestadísticas de Adolphe Quetelet.





Figura 3. Infografía que muestra la magnitud del exceso de IMC en México. Tomado de Rodríguez-Ventura, 2022.

Su obsesión por la medición de las características físicas de las personas quedó reflejada hasta en la publicación de su último libro en 1870: *Antropometría: la medición de las diferentes dimensiones del hombre*, el cual presenta 80 medidas, 18 de las cuales involucran la cara y la cabeza y que presenta en el texto como «Las leyes de la proporcionalidad humana» (Bengoa, 1998).

Su enfoque metodológico acerca de la Física Social, tuvo relevancia más allá de la antropometría, por lo que sus aportes lo llevaron a pertenecer a alrededor de un centenar de sociedades de antropología, geografía, medicina, meteorología, filosofía y estadística alrededor de todo el mundo; Adolphe Lambert Jacques Quetelet finalmente murió el 17 de febrero de 1874.

En 1880 se construyó con donaciones públicas, una estatua de Quetelet a la entrada del Palacio de las Academias en Bruselas (**Fig. 4**), como homenaje a su enorme contribución científica.

La búsqueda del hombre promedio, nos otorgó también el encuentro con este ser humano excepcional.

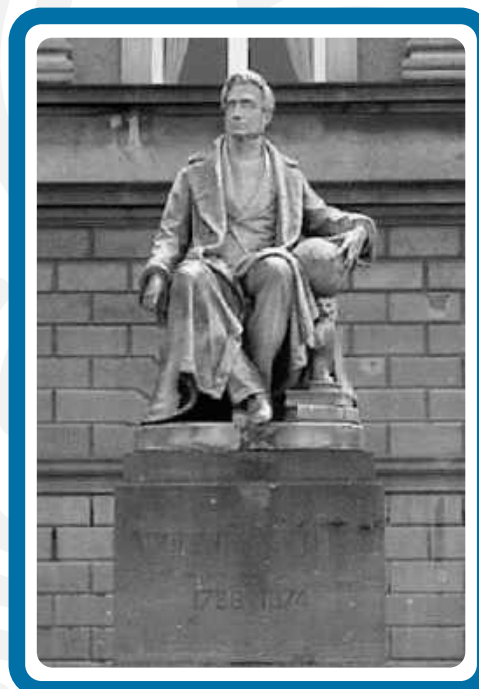


Figura 4. La estatua edificada en honor de Quetelet por cooperación pública en la entrada del Palacio de las Academias en Bruselas en 1880. Tomada de Eknayan, 2008.

### Preguntas de reflexión

1. ¿Por qué el título menciona un origen astronómico para la determinación del IMC?
2. ¿Por qué son importantes los datos antropométricos que reunió Quetelet en busca del Hombre Promedio?
3. ¿A qué atribuyes que el 75% de los mexicanos presente un IMC que indica sobrepeso u obesidad?
4. ¿Estás de acuerdo con las medidas contra el sobrepeso que se han tomado recientemente en las escuelas?

### Glosario

**Laplace:** Pierre-Simon Laplace (1749-1827), astrónomo, físico y matemático francés. Continuator de la mecánica newtoniana, descubrió y desarrolló la transformada de Laplace y la ecuación de Laplace. Como estadístico, sentó las bases de la teoría analítica de la probabilidad; y como astrónomo planteó la teoría nebular sobre la formación del sistema solar.

## Glosario

**Fourier:** Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), matemático y físico francés conocido por sus trabajos sobre la descomposición de funciones periódicas en series trigonométricas convergentes llamadas Series de Fourier, método con el cual consiguió resolver la ecuación del calor. La transformada de Fourier recibe su nombre en su honor. Fue el primero en dar una explicación científica al efecto invernadero en un tratado.

**Poisson:** Siméon Denis Poisson (1781-1840), físico y matemático francés al que se le conoce por sus diferentes trabajos en el campo de la electricidad y por sus publicaciones acerca de la geometría diferencial y la teoría de probabilidades.

**Bioestadística:** Es una disciplina científica que emplea los diferentes métodos de análisis de la estadística para abordar los objetos de estudio o los problemas de la biología y de la salud.

**Gauss:** Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855), matemático, astrónomo, geodesta y físico alemán que contribuyó significativamente en muchos ámbitos, incluida la teoría de números, el análisis matemático, la geometría diferencial, la estadística, el álgebra, la geodesia, el magnetismo y la óptica.

**Estudio cruzado:** Las personas reciben distintos tratamientos en un orden aleatorio, con un descanso entre ellos. Al comparar los tratamientos en la misma persona, podemos entender mejor cómo funcionan.

**Física Social:** Término acuñado por Auguste Comte y se refería a la aplicación de métodos científicos, similares a los de la física, para analizar los fenómenos sociales.

## Referencias

- Apovian CM. (2016). Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. American journal of managed care. 22 (7 Suppl), s176-s185.

- Bengoa JM. (1998). Alimentación y nutrición: personas e instituciones: notas para su historia en Venezuela. Caracas; Fundación Cavendes; 253 p.
- Bøe, J., Humerfelt, S., & Wedervang, F. (1957). The blood pressure in a population: blood pressure readings and height and weight determinations in the adult population of the city of Bergen. Acta Medica Scandinavica, 157(Suppl. No. 321).
- Campos-Nonato I, Galván-Valencia O, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C & Barquera S. (2023). Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. Salud Pública De México, 65, s238-s247. <https://doi.org/10.21149/14809>
- Caponi S. (2013). Quetelet, el hombre medio y el saber médico. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.20, n.3, jul.-set. p.831-847.
- Dávila-Torres J, González-Izquierdo JDJ & Barrera-Cruz A. (2015). Panorama de la obesidad en México. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 53(2), 241-249. ISSN: 0443-5117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4577449360200MS,2021>
- Eknayan G. (2008). Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity. Nephrol Dial Transplant. 23:47–51.
- Faerstein E & Winkelstein W. (2012). Adolphe Quetelet. Epidemiology, 23(5), 762–763. doi:10.1097/ede.0b013e318261c86f
- Gracia AM. (2011). La obesidad como enfermedad, la obesidad como problema social. Rev Fac Med UNAM. 54(3):20-28.
- Keys A, Fidanza, F, Karvonen MJ, Kimura N & Taylor HL. (1972). Indices of relative weight and obesity. Journal of chronic diseases, 25(6-7), 329-343.OMS, 2023.





# Tenebrios, viscosos pero sabrosos.

**Autora:**

**ARIADNA MARISOL FLORES MORALES**

Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de Morelia.

Estudiante de Licenciatura.

Estuvo en competencias con proyectos enfocados en aprovechamiento de residuos, ganando en una ocasión el segundo lugar en el ámbito de desarrollo sustentable, colaboró en un proyecto en el cual se busca desarrollar un identificador para prevenir agresiones.

**Coautor:**

**AMRRI DIMITREE GÓMEZ PONCE**

Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de Morelia.

Academia de Ingeniería Química y Bioquímica.

Es estudiante de Ingeniería Bioquímica con especialidad en Tecnología de Alimentos en el Instituto Tecnológico de Morelia. Participó como ponente en congresos y cuenta con una publicación de divulgación científica. Actualmente se desempeña como analista químico.



## ¿Qué son los Tenebrios?

El **tenebrio molitor** también conocido como "gusano de la harina" es un escarabajo considerado plaga, ya que se alimenta y contamina suelos agrícolas y productos almacenados; son parte de los **coleópteros** es decir insecto masticador de caparazón duro con dos pares de alas, las primeras duras y las segundas membranosas. El **ciclo de vida** de estos insectos consta de **cuatro fases**, todo empieza cuando la hembra deposita los **huevos** llegando a poner hasta 500 los cuales son ovalados, alargados y pegajosos eclosionando de 1 a 3 semanas, pasando así a su fase **larvaria**, que es la más estudiada debido a su uso como alimento, esto debido a su rico contenido en proteínas y grasas, después sigue su fase de **pupa** que es donde dejan de ser larvas convirtiéndose en **escarabajos**.

## ¿Por qué deberías comer Tenebrios?

Consumir tenebrios tiene una amplia variedad de beneficios dentro de los cuales están, ayudar al medio ambiente, beneficiar a la economía y contribuir a una buena alimentación, dentro de ella, las proteínas son parte fundamental del funcionamiento de nuestro organismo, como por ejemplo el crecimiento, ya que las proteínas son como los "ladrillos" que construyen nuestro cuerpo, siendo los tenebrios una fuente importante de proteína, que además es de alta calidad ya que contiene aminoácidos esenciales ( los necesitamos de forma externa, porque no los podemos producir), por otro lado se ha comprobado que la proteína de insecto la podemos digerir mejor que la de origen animal, por lo que a largo plazo es más viable consumir proteína de tenebrio que de animales, además de que es más barato y menos contaminante para el medio ambiente.

## ¿Cómo empezó todo?

¿Sabían que comer insectos es de las prácticas más antiguas de la humanidad? Existen menciones bíblicas y referencias culturales en diferentes partes del mundo, ya que en muchas de las civilizaciones antiguas era común esta práctica, e incluso los consideraban como un manjar. México es un claro ejemplo de ello, los aztecas incluían en su dieta chapulines, ahuate y jumiles, tradición que ha perdurado hasta la fecha pues se suelen consumir en ciertas zonas del país. En Europa, los tenebrios fueron aprobados como alimento en 2021, después de ser evaluados por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y en 2025 autorizó la comercialización de polvo tratado con rayos UV de larvas enteras de tenebrio molitor.



Figura 1. Ilustración representativa del consumo primitivo de los insectos "Designer de Microsoft", junio de 2025.

## El futuro de la alimentación.

Las nuevas tendencias apuntan a ampliar la variedad de alimentos para el consumo humano, y es que hoy en día vamos en camino para ser 9 mil millones de seres humanos para el 2050, por ello es sumamente importante explorar nuevas alternativas de alimentación para toda esta gente, dado que sectores como la agricultura, la ganadería y la industria, consumirán muchísimos recursos, como el agua, madera, tierras, energía, etc.,



Aunado a problemas como el calentamiento global, sobrepoblación, y desigualdad económica, la introducción de un alimento que, si bien no será la llave mágica que resuelva los problemas mencionados si ayude y proporcione su granito de arena a mitigar estos problemas, ya sea de forma directa o indirecta, así que juega un papel sumamente importante las larvas de Tenebrio molitor.

### Menos vacas, más Tenebrios.

Actualmente, hemos visto y sentido los efectos del calentamiento global, en donde la ganadería juega un rol muy importante en este factor, dado que se estima que aporta un 18% al total de los gases de efecto invernadero que generan los humanos en distintos sectores o áreas; que abarcan la energía, la industria, los residuos que se generan, el cómo usan los suelos, ya que muchas veces, se talan árboles o se queman bosques para tener más espacio para las actividades agroalimentarias y la ganadería. Y es aquí en donde entra el papel de esta larva, dado que posee una gran cantidad de contenido proteico, de hasta 60% por cada 100 g por peso fresco, dependiendo de con qué sustrato o alimento se esté criando a este amiguito.



**Figura 2.** Imagen alusiva a competencia entre tenebrios y vacas "Designer de Microsoft", junio de 2025.

Generalmente, estos amiguitos se alimentan con avena o salvado de trigo, y señalar que se puede hidratar de forma muy sencilla, y no

requiere grandes cantidades de agua, ya que con solo darle fruta pueden obtener el agua de dicho alimento además de otros nutrientes, por lo que el gasto de agua es mucho menor, comparado con el consumo de agua de un ganado.

### No le tengas miedo al tenebrio.

Los seres humanos hemos consumido insectos desde la época de las cavernas. Sin embargo, con el paso del tiempo, esta práctica fue desapareciendo y llegó a considerarse un tema tabú. Afortunadamente, el 13 de enero de 2021, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) aprobó al gusano de la harina (Tenebrio molitor) como seguro para el consumo humano, tanto en su forma completa como en polvo, utilizado como aditivo. Esto es una muy buena noticia, ya que el Tenebrio molitor tiene un alto contenido de proteína, lo que lo convierte en una fuente alimenticia valiosa. Además, no hay por qué temerles a estos pequeños insectos. De hecho, actualmente se investiga su potencial para degradar materiales contaminantes como el unicel, el cual puede tardar hasta 5,000 años en descomponerse de forma natural.



**Figura 3.** Ejemplo de niños disfrutando comer harina de tenebrio "Designer de Microsoft", junio de 2025.

Como puedes ver, estos animalitos no solo son seguros, sino también muy útiles. Tienen muchas aplicaciones, desde alimentar y nutrir sin riesgos para la salud, hasta contribuir a la reducción de residuos contaminantes.

### Preguntas de reflexión

1. Si los tenebrios ayudan a que crezcamos más fuertes y sanos, ¿estarías dispuesto a probarlos?
2. ¿Los tenebrios son buenos para el planeta?
3. ¿Crees que sería bueno remplazar la carne de origen vacuno por la de insecto?
4. ¿Comerías tenebrios para salvar el planeta?

### Glosario

**Ahuautle:** Huevos de insectos acuáticos consumidos tradicionalmente por los aztecas como parte de su dieta.

**Aminoácidos esenciales:** Componentes básicos de las proteínas que el cuerpo humano no puede producir por sí mismo y debe obtener a través de la alimentación.

**Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA):** Organismo europeo encargado de evaluar la seguridad de los alimentos antes de su comercialización.

**Chapulines:** Saltamontes comestibles que formaban parte de la dieta tradicional azteca y que aún se consumen en ciertas regiones de México.

**Coleópteros:** Orden de insectos caracterizados por tener aparato bucal masticador y caparazón duro, con dos pares de alas (las primeras duras y las segundas membranosas).

**Eclosionar:** Proceso de salida del insecto del huevo durante su desarrollo.

**Fase larvaria:** Etapa del desarrollo de los insectos entre el huevo y la pupa, caracterizada por el crecimiento y alimentación intensiva.

**Fase de pupa:** Etapa de transformación en el ciclo de vida de los insectos donde las larvas se convierten en adultos.

**Gases de efecto invernadero:** Gases que atrapan el calor en la atmósfera terrestre, contribuyendo al calentamiento global.

**Gusano de la harina:** Nombre común del Tenebrio molitor en su fase larvaria.

**Jumiles:** Insectos comestibles tradicionalmente consumidos por las culturas prehispánicas de México.

**Proteína de alta calidad:** Proteína que contiene todos los aminoácidos esenciales necesarios para el funcionamiento del organismo humano.

**Salvado de trigo:** Subproducto de la molienda del trigo utilizado como alimento para criar tenebrios.

**Sustrato:** Material utilizado como base alimenticia para el crecimiento y desarrollo de los tenebrios.

**Tenebrio molitor:** Nombre científico del escarabajo conocido como "gusano de la harina", considerado tanto plaga como fuente alternativa de proteína.

**Unicel:** Material plástico expandido (poliestireno) que puede tardar hasta 5,000 años en descomponerse naturalmente y que los tenebrios pueden ayudar a degradar.

**UV (rayos ultravioleta):** Tipo de radiación utilizada en el tratamiento del polvo de larvas de tenebrio para su comercialización como alimento.


### Referencias

- Chávez-Guitrón, L., Cerón-Montes, G., Olvera-Contreras, B., & Salinas-Pérez, F. (2014). Contenido proteico en larvas de Tenebrio molitor L. alimentadas con diferentes sustratos. Alejandro Fonseca, 21.
- Pérez Espejo, R. (2008). El lado oscuro de la ganadería. Problemas del desarrollo, 39(154), 217-227.
- Lienhard, A., Rehorska, R., Pöllinger-Zierler, B., Mayer, C., Grasser, M., & Berner, S. (2023). Future proteins: sustainable diets for Tenebrio molitor rearing composed of food by-products. Foods, 12(22), 4092.
- MeraAlexander, H., & Alejandro, I. B. (2024, 23 septiembre). Aplicación de Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae) como herramienta biodegradadora de polímeros en condiciones de laboratorio. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/727>
- Proteinsecta. (2023, 11 octubre). Tenebrio Molitor - Gusano de la Harina. <https://www.proteinsecta.com/tenebrio-molitor-6/>
- Conde, S. (2021, 1 febrero). ¿Qué son los tenebrios? Mis Animales. <https://misanimales.com/que-son-tenebrios/>
- AESAN - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (s. f.).



### Referencias

- ¿Qué son las proteínas y cuál es su función en el cuerpo? (s. f.). Eufic. <https://www.eufic.org/es/que-contienen-los-alimentos/articulo/que-son-las-proteinas-y-cual-es-su-funcion-en-el-cuerpo>
- Proteína de insectos: una alternativa nutricional de futuro - Universidad de Chile. (s. f.). Uchile. <https://uchile.cl/noticias/205352/proteina-de-insectos-una-alternativa-nutricional-de-futuro>
- Approval insect novel food. (s. f.). Food Safety. [https://food.ec.europa.eu/food-safety/novel-food/authorisations/approval-insect-novel-food\\_en](https://food.ec.europa.eu/food-safety/novel-food/authorisations/approval-insect-novel-food_en)



# ¿Qué pasa con tu cuerpo si no hay gravedad?

**Autor:**

**ADRIÁN ALONSO LÓPEZ**

Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.

Cuenta con una Maestría en Ciencias Físico-Matemáticas.

**Coautor:**

**JUAN LUIS MORA ROSAS**

Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.



## ¿Qué pasa con tu cuerpo si no hay gravedad?

Seguro que alguna vez has visto a astronautas flotando en la Estación Espacial Internacional. Parece divertido, ¿no? Saltan de una pared a otra como si fueran superhéroes sin peso. Pero, ¿alguna vez te has preguntado qué le pasa realmente al cuerpo cuando no hay gravedad? La gravedad es esa fuerza invisible que nos mantiene con los pies en la Tierra. Hace que las manzanas caigan, que nuestros huesos soporten nuestro peso, que el corazón sepa hacia dónde bombear la sangre. Vivimos con ella todo el tiempo... tanto, que ni siquiera la notamos.

Pero los biólogos y los físicos no dejamos de preguntarnos cosas raras. Y una de nuestras preguntas favoritas es esta:

## ¿Cómo sería la vida si no existiera la gravedad?

Esa pregunta no es de ciencia ficción. Desde hace algunas décadas, científicos de todo el mundo —incluidos algunos mexicanos— estudian lo que ocurre cuando plantas, animales y personas viven en el espacio, donde la gravedad es casi nula. A esta rama de la ciencia se le llama **biología gravitacional**, y es parte de una aventura increíble para entender cómo funciona la vida... y cómo podríamos adaptarla a otros mundos.

### El cuerpo humano y la gravedad:

#### Una amistad difícil de romper

Imagina que pasas varios meses en el espacio, flotando todo el tiempo. Al principio sería emocionante: no necesitas caminar, no hay arriba ni abajo, y puedes impulsarte suavemente con solo tocar una pared.

Pero poco a poco, tu cuerpo empezaría a extrañar la gravedad más de lo que imaginas. ¿Qué cambiaría? Tus músculos se debilitarían, sobre todo los de las piernas. Como no necesitas “sostenerte”, tu cuerpo decide dejar de gastar energía en mantenerlos.

Tus huesos perderían calcio. La gravedad en la Tierra hace que tus huesos estén siempre “trabajando” para soportar tu peso. Sin ese esfuerzo, el cuerpo empieza a descomponerlos, y podrías perder hasta un 1% de masa ósea por mes. La sangre se confundiría. En la Tierra, la gravedad hace que la sangre fluya hacia abajo, pero en el espacio se reparte por igual. El resultado: tu cara se hincha y sientes presión en la cabeza, como si estuvieras boca abajo.

Tu equilibrio se altera, porque el oído interno, que detecta la posición de tu cuerpo, deja de entender qué es arriba o abajo. Y eso no es todo. También cambia tu sueño, tu digestión y hasta tu forma de ver. Algunos astronautas han reportado problemas de visión después de misiones largas. El cuerpo, simplemente, no está diseñado para vivir sin gravedad.

## Las plantas también sienten la gravedad

Tal vez pienses que solo los humanos tenemos problemas en el espacio... ¡pero las plantas también se confunden sin gravedad! En la Tierra, una semilla sabe qué hacer desde el momento en que germina: la raíz crece hacia abajo, buscando agua y nutrientes, y el tallo crece hacia arriba, buscando la luz del Sol. Este comportamiento tiene nombres científicos muy bonitos: **Gravitropismo** (respuesta a la gravedad) y **fototropismo** (respuesta a la luz).

Pero en el espacio, donde no hay un “arriba” ni un “abajo”, las plantas no saben hacia dónde crecer. Al principio, sus raíces y tallos pueden ir en cualquier dirección, como si estuvieran desorientadas. A veces, las raíces terminan creciendo hacia la luz y el tallo hacia el agua. Un caos vegetal.

Pero, ¿cómo sabemos esto? Porque ya se han hecho experimentos en el espacio. En la Estación Espacial Internacional (EEI), los astronautas han cultivado lechugas, mostaza, chícharos y hasta flores. Lo hacen en pequeños jardines espaciales, donde pueden controlar la luz, el agua y la temperatura.

Así estudian cómo responden las plantas sin gravedad.



Una vez, los astronautas notaron que las lechugas crecían bien... pero torcidas. Algunas raíces crecieron en espiral y los tallos se estiraron como si buscaran algo que no estaba ahí. Aun así, con cuidados especiales, pudieron comer la primera ensalada cultivada en el espacio en 2015.

### ¿Te imaginas cultivar tus propios jitomates en Marte?

**La gravedad:** una fuerza que organiza la vida  
Después de leer esto, podrías pensar que la gravedad es como una profesora estricta: está siempre presente, pone reglas y si falta, todo se desordena. Y... sí, algo así es.

La gravedad no solo mantiene los pies en el suelo. También ayuda a que nuestros huesos crezcan con la forma correcta, a que nuestros órganos se acomoden donde deben estar, y a que la sangre fluya sin problemas. Incluso los insectos y peces dependen de ella para saber en qué dirección moverse. Es tan importante que, cuando no está, tenemos que inventar formas de simularla.

En algunos laboratorios se usan centrífugas para imitar la gravedad, y en la EEI se están probando gimnasios espaciales para mantener sanos a los astronautas. Y si algún día queremos vivir en la Luna o en Marte, donde la gravedad es menor, necesitaremos entender cómo adaptar nuestro cuerpo y nuestras plantas para no perder el equilibrio... ni la salud.

### Reflexión final

#### ¿Podríamos vivir sin gravedad?

La vida, tal como la conocemos, nació y evolucionó con gravedad. Desde las raíces de una planta hasta la forma de nuestros huesos, todo en nosotros está adaptado a esta fuerza invisible que tira de nosotros hacia el suelo.

Pero ahora que soñamos con viajar a Marte, vivir en estaciones espaciales o explorar lunas lejanas, debemos preguntarnos:

*La biología gravitacional es una rama joven, pero muy importante. Nos enseña que la gravedad no solo nos mantiene en el suelo, sino que organiza la vida. También nos muestra que, para ir más allá de nuestro planeta, necesitamos entender las leyes de la física tanto como las de la biología.*

¿Te imaginas diseñar un invernadero espacial?  
¿O ayudar a cuidar la salud de los astronautas?

Tal vez en unos años tú también formes parte de quienes respondan estas preguntas.



Sunita Williams, durante su estancia de nueve meses en el espacio, experimentó cambios físicos como pérdida de masa muscular y de masa ósea.

### Actividad práctica

#### "Plantas que sienten la gravedad"

##### Materiales:

- Frascos de vidrio o vasos transparentes
- Algodón húmedo
- Semillas (frijol o lenteja)
- Cinta adhesiva
- Caja de zapatos

##### Instrucciones:

1. Coloca las semillas sobre el algodón húmedo en el frasco.
2. Observa cómo germinan durante 3 o 4 días.
3. Cuando empiecen a crecer raíces y tallos, acuesta el frasco de lado dentro de la caja de zapatos (cierra la caja).
4. Después de otros 2 días, abre la caja y observa cómo las raíces siguen orientándose hacia abajo y los tallos hacia arriba, aunque el frasco esté de lado.

¿Qué se demuestra?

**La gravedad es una señal que las plantas usan para saber hacia dónde crecer, incluso sin luz.**



### Preguntas de reflexión

1. ¿Qué pasaría con tu cuerpo si vivieras un año en el espacio?
2. ¿Cómo podrían adaptarse las plantas para crecer en la Luna?
3. ¿Por qué crees que la gravedad es tan importante para la evolución de la vida?
4. ¿Qué profesiones crees que se necesitan para lograr que los humanos vivan en otro planeta?
5. ¿Qué parte del cuerpo humano te parece más afectada por la microgravedad y por qué?

### Glosario

**Biología gravitacional:** Campo científico que estudia cómo la gravedad (o su ausencia) afecta a los seres vivos.

**Gravitropismo:** Respuesta de las plantas a la gravedad: las raíces crecen hacia abajo y los tallos hacia arriba.

**Microgravedad:** Condición en la que la gravedad es extremadamente débil, como en el espacio.

**Fototropismo:** Reacción de las plantas a la luz: los tallos se orientan hacia ella.

**Centrífuga:** Máquina que gira a gran velocidad y se usa para simular la gravedad en laboratorios.

**Órgano vestibular:** Parte del oído interno que nos ayuda a mantener el equilibrio y saber en qué posición está nuestro cuerpo.

**Atrofia muscular:** Pérdida de masa muscular por falta de uso, común en personas que pasan mucho tiempo sin moverse o en microgravedad.

**Estación Espacial Internacional (EEI):** Base científica que orbita la Tierra y donde los astronautas realizan experimentos sobre ciencia, salud y tecnología.

### Referencias

- Mirza, S. B., & Goldsmith, D. (2025). Microbial Ecosystems as Enablers of Sustainable Lunar Agriculture: A Prelude to Project Moon Hut's 4Phases.
- NASA. (2020). Spaceflight affects the human body. NASA Human Research Program. <https://www.nasa.gov/hrp/bodyinspace>
- Zavia, M. S. (2025, 31 de marzo). Una vida en 300 días: los astronautas han vuelto muy distintos del espacio después de un largo periodo fuera del planeta. Xataka. <https://www.xataka.com/espacio/vida-300-dias-astronautas-han-vuelto-muy-distintos-espacio-despues-largo-periodo-fuera-planeta>

# GEOGRAFÍA

---



**7**  
**UNIDAD**

---





# El misterio de las islas **perdidas**

¿Cómo era el lago de Pátzcuaro hace 500 años?

**Autor**

**HÉCTOR ROCHA URIBE**

Licenciado en Geohistoria.  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
Morelia, Mich.

**Coautora**

**MARÍA DOLORES URIBE SALAS**

Doctora en Biología.  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
Morelia, Mich.

Como michoacanos y michoacanas, tenemos la fortuna de contar con importantes y bellos lagos. ¿Alguna vez has visitado el lago de Pátzcuaro? o ¿Vives en alguno de los pueblos que lo rodean? ¿Has comido charales en Janitzio, carnitas en Quiroga o recorrido las yácatas de Tzintzuntzan? Para quienes lo conocemos o habitamos, el lago de Pátzcuaro tiene un lugar en nuestros corazones. Sin embargo, quizá has escuchado que el nivel de las aguas del lago ha estado disminuyendo de manera recurrente en la época de secas, razón por la cual en el 2024 Janitzio estuvo a unos metros de dejar de ser una isla.

El lago de Pátzcuaro no tiene salida, es el centro de una cuenca y como todos los lagos, es un cuerpo de agua que naturalmente cambia de tamaño en el corto, mediano y largo plazo, envejecen y eventualmente mueren (hablamos de procesos erosivos de miles de años). Sin embargo, los cambios acelerados que se han venido suscitando en el ciclo evolutivo del lago de Pátzcuaro no son naturales, han sido provocados por las actividades del ser humano.

Estos cambios se deben a varias razones, por ejemplo, lo más común es que un lago sea más grande en tiempo de lluvias, puesto que la lluvia aumenta el volumen de sus aguas y por lo tanto su superficie y profundidad. Pero no todas las actividades causan el mismo daño. No tiene nada de malo que te tardes más de 5 minutos en bañarte, lo que causa que el lago de Pátzcuaro tenga menos agua no es eso.

Entre las causas de la desecación está el cambio climático, que se refiere a la contaminación por gases de efecto invernadero que son expulsados a la atmósfera, ocasionando que el calor que llega con los rayos solares se quede atrapado en nuestro planeta elevando la temperatura, lo cual provoca el aumento de sequías entre otras cosas.

Por otro lado, la deforestación afecta grandemente la captación de agua, puesto que los árboles ayudan a "atrapar" a las nubes, filtran la lluvia al subsuelo, además de que sus raíces sostienen al suelo, evitando que la lluvia lo arrastre ladera abajo ocasionando la erosión y el azolve del lago, que se refiere a que el piso del lago se vaya llenando de tierra. Lamentablemente, superficies de bosque que originalmente se encontraban en las montañas que rodean al lago, han sido transformados en cultivos de aguacate y berries, causando daños al cuerpo de agua, mediante la extracción de agua para el riego de estos cultivos, ya que estas frutas necesitan mucha agua para poderse dar, amén de la deforestación causada para establecer los cultivos.

El lago de Pátzcuaro es más que un paisaje bonito. Es una región de gran valor geográfico, histórico, cultural y ecosistémico. Cada rincón de sus pueblos tiene una historia, empezando por Tzintzuntzan, capital principal del antiguo y gran Imperio Purépecha, continuando con Pátzcuaro e Ihuatzio, poblaciones purépechas de origen prehispánico y también capitales del reino en su momento. Este imperio debió mucho de su poderío al vínculo cercano que guardó con el lago de Pátzcuaro. Para entender mejor este vínculo habría que imaginarnos cómo se veía el lago en tiempos prehispánicos. En los documentos históricos encontramos que en el siglo XVI se elaboró un mapa del lago de Pátzcuaro que nos da algunas pistas al respecto. **(Fig. 1):**



**Fig.1:** Ciudad de Tzintzuntzan, Pátzcuaro y poblaciones de alrededor de la laguna y la traslación de la silla (episcopal) a Pátzcuaro, en Beaumont: Crónica de Michoacán, 1539. Para verlo con más detalle, escanea el código QR de la Fig.2 y apunta la cámara de tu dispositivo móvil a esta pintura.



La Fig. 1 no es un mapa como los que conoces hoy en día, en aquellos tiempos no tenían Google maps, ni imágenes satelitales para representar el territorio, se usaban otras técnicas menos precisas, además de que está orientado al sur (de cabeza). A pesar de esto, entre la información que nos proporciona este mapa antiguo están los **topónimos** (éstos son los nombres de los lugares).

Revisa los antiguos nombres de los pueblos ribereños, encontrarás nombres que seguramente conoces, además de los ya mencionados: Erongarícuaro, Tzurumútaró, etc. Métete a Google maps en tu celular, busca al lago y encontrarás que 500 años después los pueblos mencionados se siguen llamando igual que en esos tiempos. Por otro lado, hay algunos lugares que están en el mapa (**Fig. 1.**) y permanecen hoy en día, pero bajo nombres diferentes: Ej.: Quiroga, antes llamada Cucupao y Santa Fe de la Laguna, antiguamente Uayameo.

Ahora observemos las islas (**Fig. 1**). Empezando por los de la derecha tenemos (de abajo hacia arriba): Pacanda, Yunuen, Tecuena, Janitzio y Jarácuaro. Esta última isla dejó de serlo por allá de los años 80s del siglo pasado. Ahora, viendo la isla que de manera aislada se encuentra en la esquina izquierda superior (sureste) del lago, tenemos a la isla llamada Hapupato. Vuelve a ver Google maps y no vas a encontrar ninguna isla llamada Hapupato. ¿Qué le habrá pasado a esta isla?

Para entender ésto hay que reconstruir cómo era el lago hace 500 años, ¿Qué tan grande

era? ¿Qué pueblos lo habitaban?

Para que conozcas las respuestas a esas interrogantes te presentamos el siguiente mapa de la Cuenca del lago de Pátzcuaro en 1522.

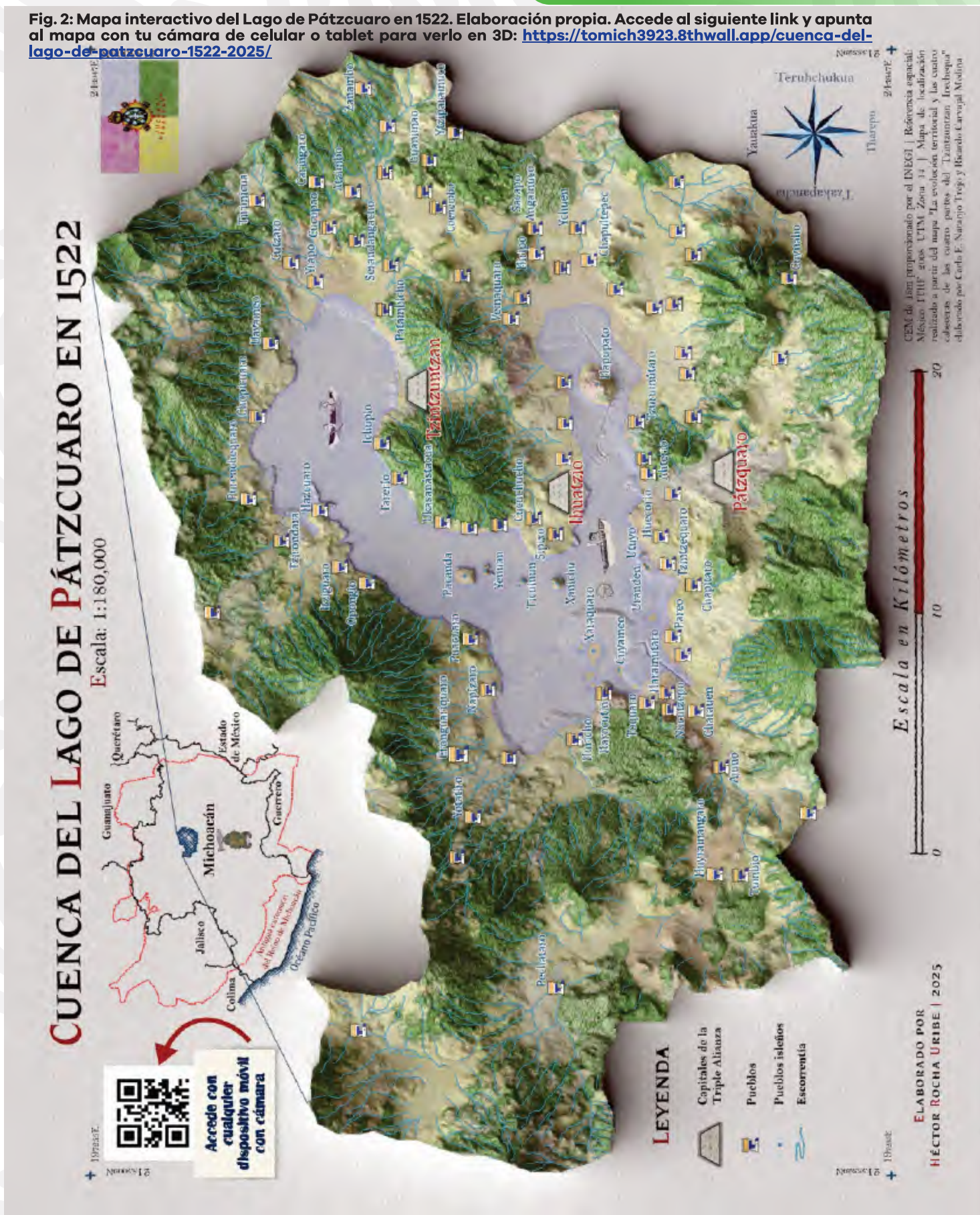
Pero antes de eso... ¿Qué es una cuenca? Una cuenca es un espacio delimitado por el relieve y el flujo del agua sobre la superficie terrestre. Esto quiere decir que las formas de esa superficie, como son las montañas y los valles, determinan el camino que recorre el agua. Imagínate que llueve en una serie de montañas, el agua, por efecto de la gravedad escurre de la parte alta de las montañas a la parte baja. En lo alto de las montañas el agua que llueve se separa, como si el agua cayera en un triángulo, el pico superior del triángulo haría que el agua se separará, una parte fluyendo a un lado y otra para el otro. Funciona de manera parecida con las montañas y por eso a las partes altas del relieve que determinan a dónde se va el agua les llamamos parteaguas y esos parteaguas encierran un área de captación de agua superficial que conocemos como **cuenca**, que son de dos tipos: **endorreica** cuando el agua desemboca en la parte interior del continente, siendo este el caso de Pátzcuaro, y **exorreica** cuando el destino final del agua es el mar.

Ahora sí presentamos el mapa.

De acuerdo al mapa (**fig. 3**), el lago de Pátzcuaro en 1522 tenía unos 129 m<sup>2</sup> de superficie. Ahora vamos a compararla con la del lago en la actualidad. Calculando el área del lago en ambas fechas nos da una diferencia de 55 m<sup>2</sup> de superficie del lago que se ha secado, teniendo ahora una superficie de 74 m<sup>2</sup>.



Fig. 2: Mapa interactivo del Lago de Pátzcuaro en 1522. Elaboración propia. Accede al siguiente link y apunta al mapa con tu cámara de celular o tablet para verlo en 3D: <https://tomich3923.8thwall.app/cuenca-del-lago-de-patzcuaro-1522-2025/>





Viendo este nuevo mapa (**Fig. 2**), imagínate cómo habrá sido este lago hace cientos de años, ahora lee esta descripción del paisaje lacustre que hizo un fraile en el siglo XVII: "Cae aquesta provincia o Reino de Michoacán en un sitio tan apacible que el cielo, aires, aguas y temperamentos, acreditan su felicidad. La principal laguna de está provincia es la de Pátzcuaro, en cuyo contorno estaba en su primera fundación la corte del gran Caltzontzin. Y así no hubo palmo de tierra que no estuviera poblado, y aún hoy que no hay casi gente, se han conservado muchos pueblos como son; la ciudad de Tzintzuntzan, cabeza del Reino, que está a orilla de la misma laguna, batida de las aguas, tributándole la antigua obediencia de los reyes y monarcas que de ordinario tuvieron ahí su asistencia." -Fray Alonso de la Rea, Crónica de la orden de San Francisco (1643).

Entre otras cosas el fraile resalta la presencia de Tzintzuntzan como cabeza de lo que antiguamente fue un imperio. También menciona que "no hay aún hoy casi gente" refiriéndose a que después de que los españoles conquistaran "Michhuacān" (del náhuatl), ahora Michoacán, la población originaria se vio severamente disminuida por la guerra y las epidemias de viruela. Este lamentable colapso demográfico causó que varios pueblos de la cuenca desaparecieran, esto explica probablemente lo que pasó en la isla de Hapupato.

Si lo ves en el mapa actual, ahora es una loma llamada el Vaado en tierra firme, el nombre original se ha perdido en el tiempo, aunque aún hoy hay personas purépechas del lago de Pátzcuaro que siguen recordando el nombre de esa isla perdida: Hapupato.

Ahora sí, resolvimos el misterio de la isla perdida, Hapupato se encontraba en la parte sureste del lago de Pátzcuaro. Viendo cómo era el lago, la posición de los distintos pueblos toma más sentido, como Tzurumútarō cuya ubicación seguramente se debe al acceso al lago.

### ¿Qué pueblos permanecen y cuáles no?

Para conocer la respuesta te proponemos esta actividad: Con tu dispositivo móvil escanea el código QR de la Fig. 2, el enlace te llevará a una aplicación web de realidad aumentada con la que tendrás que usar tu cámara para apuntar al mapa (Fig. 2) y así ver una vista 3D de cómo se ve actualmente la cuenca del lago de Pátzcuaro.

Por último, revisa la vista 3D de la cuenca (Fig. 3) en la que se sobrepone la extensión original del cuerpo de agua sobre una imagen satelital actual. En 1522 el lago tenía unos 129 m<sup>2</sup> de superficie, comparado con la actualidad, que ocupa unos 74 m<sup>2</sup>. Eso nos da un área de 55 m<sup>2</sup> que se ha secado en poco más de 500 años.



Después de este recorrido ahora verás de manera diferente al lago de Pátzcuaro, sus islas, y comunidades adyacentes, que en su conjunto representan el centro del gran imperio Purépecha, pueblo que sigue existiendo y resistiendo, y de quienes los michoacanos nos sentimos identificados y orgullosos de su valioso legado cultural, lingüístico y gastronómico, entre otros aspectos.

- **1)** Investigación desde lo local -Geohistoria oral: Entrevista a personas adultas mayores de tu comunidad y pregunta sobre cómo era el entorno en el que vivían cuando tenían tu edad. ¿Qué cambios identifican en el paisaje?

- 2) Foro o debate en clase: Con tus compañeros de clase discutan sobre el impacto socioambiental (cultivos, industria, urbanización, etc.) que el ser humano ha tenido sobre su entorno. ¿Este impacto ha sido positivo o negativo? ¿Es el mismo impacto el que hicieron las sociedades prehispánicas que el que hacemos ahora como sociedad contemporánea? ¿Quiénes son los más afectados por estos impactos y quiénes salen beneficiados? Puedes tomar como ejemplo al lago de Pátzcuaro y su desecación.

**1.-** ¿Qué otros lagos de Michoacán conoces? Y de éstos ¿Crees que también hayan tenido cambios en el tiempo?

**2.-** ¿Qué podríamos hacer para recuperar nuestros lagos?

**3.-** Como acabas de leer y ver, el espacio geográfico experimenta cambios a lo largo de su historia. Pregúntale a tus papás y abuelos ¿cómo era antes la ciudad, colonia o barrio en el que viven? ¿Se ha mantenido igual? ¿Qué ha cambiado?

**4.-** ¿Qué crees que pasaría si el lago de Pátzcuaro se llegará a secar por completo? ¿Qué efectos tendría para la gente que habita ahí?



## Glosario

**Relieve:** Las formas naturales que tiene la superficie terrestre como son las montañas, valles, mesetas y depresiones.

**Cuenca:** Delimitación hidrológica del territorio con base en el relieve y el flujo del agua superficial.

**Pueblo purépecha:** Pueblo originario de Michoacán, con su propia lengua que se sigue hablando hasta nuestros días.

**Desembocar:** El acto que siguen los ríos al llegar a su destino final.

## Referencias

- Ciudad de Tzintzuntzan, Pátzcuaro y poblaciones de alrededor de la laguna y la traslación de la silla (episcopal) a Pátzcuaro, en Beaumont: Crónica de Michoacán, 1539. AGN, Tierras, vol. 10, capítulo 5, f. 98.
- Garduño, V., C.D.C., S., Israde ,I., Hernandez, V., Rodríguez, A., Ostrooumov, M., P.M.A., R., Chacon, A., y Mora, J. (2011). Evidence of Tsunami events in the paleolimnological record of Lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico. Geofísica Internacional. 50. 147-161.

- Gorenstein, S. (2019). Settlements of the protohistoric tarascan core. Foster y Weigand (Eds.). The Archaeology Of West And Northwest Mesoamerica (2da ed., pp.117-130). Routledge.
- Martínez Aguilar, José Manuel. (2017). Reacomodos de población en Tzintzuntzan durante el siglo XVI. *Secuencia*, (97), 6 - 29. <https://doi.org/10.18234/secuencia.v0i97.1446>
- Paniagua, N. (2020). La cartografía de Tzintzuntzan como herramienta auxiliar para reconstruir la jurisdicción de una ciudad india en la época virreinal. *Horizonte Histórico - Revista Semestral De Los Estudiantes De La Licenciatura En Historia De La UAA*, 10(20), 23–36.
- Roskamp, H. (2011). El mapa de Santa Fé de la Laguna, Michoacán. La defensa territorial de un pueblo-hospital a mediados del siglo XVI. Williams y Weigand (Eds.), *Patrones de asentamiento y actividades de subsistencia en el occidente de México* (1ra ed., pp. 141–169). El Colegio de Michoacán.
- Relación de Michoacán de Fray Jerónimo de Alcalá S. XVI.

# DIVERSOS

---



8  
UNIDAD

---





# LOS CAMINOS PARA LLEGAR A UNA **ESCUELA** **LIBRE** **DE VIOLENCIA**

**Autor:**

**FRANCISCO RAÚL CASAMADRID PÉREZ**

Universidad Pedagógica Nacional. Morelia, Mich.  
Doctor en Arte y Cultura.

**Coautora:**

**GABRIELA RUIZ DE LA TORRE**

Universidad Pedagógica Nacional. Morelia, Mich.  
Doctora en Derecho.



### **Para empezar**

La violencia en las escuelas es un problema que afecta el desarrollo integral de los estudiantes, el clima de aprendizaje en el aula y la labor docente de maestras y maestros. Frente a este grave problema hace falta diseñar herramientas efectivas para lograr que en los ambientes educativos prevalezca la paz, el respeto y la colaboración.

Aquí vamos a explorar algunos caminos para contribuir a reducir la violencia en las escuelas y analizaremos de qué manera y cómo de una forma inclusiva podemos llegar a promover una cultura de convivencia pacífica. Además, vamos a reflexionar sobre el papel de las maestras y maestros que promueven el respeto y la empatía en el salón de clases.

Intentaremos también proponer algunas recomendaciones para la construcción de un ambiente escolar seguro y libre de violencia. Nuestra meta es recorrer un camino libre de violencia y lograr que las alumnas y alumnos y sus profesores cuenten con herramientas útiles para mejorar el ambiente en el salón de clase y que la escuela sea un lugar donde todos podamos convivir de manera armónica y segura.

Frente a este grave problema hace falta diseñar herramientas efectivas, como podría ser establecer programas como Escuelas Libres de Violencia, en donde se capacite a docentes para la resolución pacífica de conflictos y se promueva el diálogo entre estudiantes mediante círculos de paz semanales, o creando brigadas de convivencia, donde estudiantes voluntarios detecten situaciones de tensión y canalicen a sus compañeros hacia espacios de mediación escolar.

### **El fantasma de la violencia**

La violencia en el ámbito escolar es un fenómeno complejo y tiene muchas caras o facetas y afecta de manera directa a las y los estudiantes: perjudica su rendimiento académico e impacta en el estado de ánimo, en la salud y en la socialización con otros compañeros.

Si observas a tu alrededor, las expresiones de violencia en la escuela pueden aparecer de muchas formas que van desde agresiones verbales, discriminación o aislamiento hacia algún compañero o compañera y el acoso escolar que se conoce como bullying, hasta la violencia física y sexual. Por ejemplo, cuando un grupo de estudiantes excluye sistemáticamente a una compañera por su acento o forma de vestir, se genera una forma de violencia silenciosa que afecta su autoestima y participación en clase.

También puede existir una violencia institucional que se manifiesta en ciertas prácticas discriminatorias y desigualdades dentro de las propias escuelas y centros de estudio. Un caso común es cuando se asignan tareas escolares más complejas a estudiantes considerados "más capaces", mientras se subestima a quienes tienen dificultades de aprendizaje, reforzando desigualdades y estigmas. Cuando suceden estas situaciones, tan nocivas, se crea un entorno de aprendizaje hostil y desagradable, donde el miedo, la ansiedad y la desconfianza se imponen sobre la curiosidad, la creatividad y el deseo de aprender.

Los actos de violencia en las escuelas impactan negativamente el clima de aprendizaje, y enturbian el conjunto de condiciones físicas, emocionales y relacionales que son tan necesarias para lograr una buena calidad en la educación.



Un entorno escolar marcado por la violencia genera una atmósfera de tensión e inseguridad que dificulta la concentración, la participación activa y la construcción de vínculos saludables entre los profesores, el alumnado, los padres y madres de familia y la comunidad educativa.

Por lo anterior, todos los participantes en las comunidades educativas tenemos que esforzarnos por lograr que el entorno escolar sea un espacio seguro y libre de violencia; y centrar todos los esfuerzos en la erradicación de la violencia a partir de una sana relación entre los actores educativos, tomando siempre en cuenta los altos valores que definen a lo mejor de la sociedad mexicana.

### **Aprender de las emociones y con la mediación**

Para promover una cultura de convivencia pacífica dentro de las escuelas, hay que utilizar estrategias y echar a andar proyectos que faciliten nuestro aprendizaje emocional. Por ejemplo, podemos implementar el **“Taller de Cuento Autobiográfico”**, donde los estudiantes escriban sobre sus emociones, experiencias y retos personales, lo cual favorece la empatía y el respeto entre compañeros.

También debemos fomentar la colaboración de todos para la resolución de problemas en el contexto de la realidad que nos rodea. Estamos hablando del aprendizaje socioemocional; o sea, un aprendizaje que va más allá de las leyes y las teorías científicas, y que nos enseña el desarrollo de nuestras habilidades sociales, como son la empatía, la autorregulación y la toma de decisiones responsables.

Por otra parte, la mediación escolar busca dotar a los estudiantes de herramientas para la resolución pacífica de conflictos, mediante metodologías inclusivas que garanticen la participación equitativa de todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones socioeconómicas, culturales o cognitivas, asegurando que el aula sea un

espacio donde la diversidad sea valorada y respetada: un espacio libre de violencias. Por ejemplo, conformando un comité de mediadores juveniles que intervengan en conflictos entre pares, guiados por docentes capacitados en justicia restaurativa. Esto ha reducido los reportes de agresión verbal en el aula.

No hay que dejar de lado que, en este proceso, la maestra o el profesor tienen un papel fundamental como mediadores y facilitadores de aprendizajes socioemocionales que trascienden el plano académico y alcanzan la construcción de una ciudadanía comprometida con la convivencia pacífica.

Ser docente no solo implica impartir conocimientos, sino también modelar actitudes, valores y comportamientos que favorezcan la cohesión social y el respeto mutuo. Por ejemplo, las profesoras y profesores pueden dedicar los primeros diez minutos de clase a realizar una “ronda emocional”, en donde los estudiantes compartan cómo se sienten en ese momento. Esta práctica puede mejorar sustancialmente la confianza y la participación de todos.

Profesoras y profesores deben abordar la violencia desde una perspectiva preventiva y no meramente reactiva, porque para nosotros y los estudiantes, es mejor prevenir que castigar. En este sentido todos, estudiantes y profesores, debemos generar un clima en el salón de clases basado en la confianza, la participación y el diálogo abierto, favoreciendo así el desarrollo de una comunidad escolar resiliente y comprometida con la erradicación de la violencia.

### Prevenir y erradicar la violencia

La comunidad escolar, formada por alumnos, profesores, padres de familia y directivos, puede trabajar metodologías activas, enfoques inclusivos y prácticas centradas en el aprendizaje socioemocional. El uso de metodologías como el “aprendizaje basado en proyectos” permite que los estudiantes trabajen en equipo, resuelvan problemas reales y aprendan a valorar las ideas de todos, reduciendo la competencia agresiva y fomentando la colaboración.

Debemos crear entornos de enseñanza donde la educación no solo nos forme académicamente, sino que también nos capacite en habilidades para lograr andar por la vida, predicando con el ejemplo, los valores primordiales como son: la empatía, la solidaridad y la justicia, siempre del lado de la paz y la no violencia.

Así, entre todos, lograremos que la escuela sea un espacio seguro y enriquecedor, un lugar sagrado donde cada uno de nosotros, como estudiante, se sienta valorado, respetado y motivado para desarrollar su máximo potencial. Construir una escuela segura y libre de violencia es una tarea para todos y para ello hay que integrar nuestras experiencias con apoyo de las teorías que respaldan su efectividad.

Hay que prestar atención a las iniciativas que han demostrado contribuir significativamente a la reducción de conflictos, a la mejora del clima escolar y al fortalecimiento de la convivencia pacífica. Promover a la “Escuela como un espacio seguro” puede incluir integrar actividades artísticas y deportivas en la jornada escolar para promover una menor incidencia de violencia.

### ¿Qué podemos hacer?

Es muy importante que tratemos de aprender en conjunto; los estudiantes no sólo debemos adquirir conocimientos, sino que también tenemos que desarrollar habilidades para aprender a resolver de forma pacífica los conflictos a los cuales nos enfrentemos, conocer cómo comunicarnos de forma asertiva y construir relaciones interpersonales saludables.

Para esto, los estudiantes debemos aprender los protocolos de intervención ante situaciones de violencia; y los docentes y el personal escolar –por su parte– deben contar con formación adecuada para manejar conflictos de manera efectiva y restaurativa, evitando enfoques punitivos o castigos que perpetúen dinámicas de exclusión y marginalización.

Asimismo, hay que resaltar la importancia de una educación emocional que promueve en nosotros y estudiantes, el desarrollo de competencias socioemocionales para que podamos reconocer, gestionar y canalizar nuestras emociones de manera constructiva, basándonos en el respeto a la diversidad y la equidad, para que podamos crear un ambiente educativo en donde cada actor se sienta valorado y participe de la construcción de una cultura de paz.

Programas como los que tocan aprendizaje socioemocional, y modelos que toman en cuenta la justicia restaurativa en el ámbito escolar y la educación para la paz son de gran ayuda para impulsar la prevención y erradicación de la violencia en nuestras escuelas y centros de estudio. La meta de estas recomendaciones consiste en que los educadores nos brinden a nosotros, los estudiantes, herramientas concretas para transformar nuestro espacio educativo en un entorno donde la convivencia armónica y la construcción colectiva de conocimiento sean los pilares fundamentales.



### ¿Qué es la violencia en el entorno escolar?

La violencia en el entorno escolar es un fenómeno complejo que nos afecta como estudiantes en nuestro desarrollo integral, al mismo tiempo en que altera nuestra dinámica educativa. Se manifiesta de diversas formas y puede influir en aspectos familiares, escolares y estructurales.

Para abordar esta problemática de manera efectiva es fundamental que nuestros docentes y las autoridades administrativas de nuestros centros de estudio nos expliquen, detenidamente, sus causas y consecuencias. Por ejemplo: qué tipos de violencia existen; por qué se presentan y cuál es su impacto en nosotros:

#### Tipos de violencia:

- **Física:** incluye golpes, empujones y agresiones con objetos. Ejemplo: un estudiante golpea a otro en el patio de recreo.
- **Psicológica:** intimidación, exclusión social y manipulación; por ejemplo: un grupito de alumnos ignora y difama a un compañero en redes sociales, causando un daño –muchas veces– irreparable.
- **Verbal:** consiste en insultos, amenazas, burlas. Ejemplo: un estudiante ridiculiza constantemente a otros por su apariencia.
- **Digital:** también conocido como ciberacoso o difusión de rumores en las redes sociales. Por ejemplo: crear memes ofensivos sobre un alumno o alumna y viralizarlos en la escuela.

Como jóvenes, chicas y chicos adolescentes, debemos conocer que la violencia física implica el uso de la fuerza para causar daño corporal; por ejemplo: golpes, empujones y agresiones con objetos.

Esta forma de violencia puede ser visible y, en muchos casos, es fácil de detectar. Por otra parte, la violencia psicológica, comprende acciones que nos afectan en nuestra autoestima y estabilidad emocional; se trata de violencia en forma de amenazas, exclusión social, manipulación y difamación. Sus efectos quizá no son evidentes pero nos generan un profundo y prolongado impacto. Existe también la violencia verbal, que se manifiesta a través de insultos, burlas, humillaciones y palabras que menoscaban nuestra dignidad. Es una de las formas de violencia más frecuentes y, en muchas ocasiones, está normalizada. Finalmente, hoy surge la violencia digital, equiparable al ciberacoso; es la difusión de rumores en redes sociales e intimidación virtual, esto constituye una forma de agresión que, malamente, afecta nuestra salud mental.

### ¿Qué factores causan la violencia en nuestras escuelas?

- Factores individuales (falta de control emocional, baja autoestima).
- Factores familiares (violencia en el hogar, desatención parental).
- Factores escolares (falta de supervisión, ausencia de normas claras).
- Factores sociales (desigualdad, discriminación, cultura de violencia).

Son diversos y muy variados los factores que contribuyen a la presencia de violencia en nuestras escuelas, destacan, por ejemplo, los factores individuales, resultado de considerarnos, a nosotros mismos y mismas, con baja autoestima; uno más es la dificultad para regularse emocionalmente, es decir, ser propensos a la ira o la depresión; también están los problemas de socialización, que nos predisponen tanto a ejercer como a sufrir violencia. No podrían faltar los problemas familiares, como son las conductas violentas en el hogar; así como la falta o la ausencia de afecto en casa.

Y, finalmente, están los factores escolares, como resultado de sufrir un ambiente desorganizado, sin normas claras y ausencia de supervisión. Otros factores que nos afectan como jóvenes de una generación emergente son los factores sociales y culturales; como es el caso de la normalización de la violencia, la desigualdad social, el racismo, la falta de inclusión y la discriminación.

### **¿Y cómo nos impacta la violencia?**

La violencia, en las escuelas, afecta nuestro desempeño académico y, por supuesto, nuestro desarrollo emocional; nos genera sensaciones de ansiedad y depresión; así, en contra de nuestra voluntad, nos conduce hacia un bajo rendimiento escolar. Además:

- a)** Dificultades de aprendizaje: sin duda, cualquier tipo de violencia nos procura profundos niveles de estrés y ansiedad; generando una condición indeseada que afecta nuestra concentración y nuestro desempeño escolar.
- b)** Aislamiento social: la violencia, en cualquiera de sus formas, nos produce retraimiento, pérdida de interés en la escuela y dificultades para relacionarnos con nuestros compañeros y con los docentes; nos apartamos de los demás y nos incomunicamos socialmente, en una espiral o círculo vicioso de soledad.
- c)** Problemas de salud mental: la violencia, sin duda, nos produce depresión, baja autoestima y, en casos extremos, conductas autodestructivas que son causa de autolesiones hasta el punto de caer en una ideación suicida.

### **¿Cómo podemos identificar y prevenir la violencia en nuestras aulas?**

Es muy importante tomar consciencia de que solo mediante la detección temprana de la violencia escolar nos será posible mitigar su impacto y evitar su escalamiento. Para ello, es deber de los profesores detectar el peligro a tiempo e intervenir con estrategias efectivas.

Como estudiantes, chicas y chicos, integrantes de nuestra propia comunidad escolar, tenemos el deber de apoyar a nuestros compañeros y compañeras, y también a los profesores y profesoras, participando de las distintas estrategias, métodos de intervención y protocolos implantados para protegernos de caer en manos de la violencia sin hacer nada.

Por ello, debemos de estar siempre apoyándonos para ser una comunidad de estudiantes solidarios y en unidad por nuestros valores y principios.

Revisemos las estrategias de detección temprana:

- Observación de cambios en el comportamiento de cada estudiante.
- Aplicación de encuestas anónimas para identificar víctimas de violencia.
- Creación de espacios de diálogo para que los alumnos puedan expresarse.

Debemos observar nuestros cambios de actitud y captar nuestras expresiones de miedo o ansiedad, así como investigar las causas o razones de la disminución del rendimiento académico o ausentismo frecuente en algún compañero o compañera; pueden ser señales de alerta. Por el lado de los maestros y maestras, debemos sugerirles que creen grupos de apoyo para que los estudiantes expresemos nuestras preocupaciones en un entorno seguro.



Por otro lado, y de nuestra parte, debemos estar al día y conocer cuáles son los protocolos de atención y denuncia en nuestra escuela; por supuesto, es crucial que nuestras escuelas cuenten con procedimientos claros para atender los casos de violencia, y que garanticen la protección de las víctimas.

Los protocolos deben incluir: canales seguros y adecuados para levantar denuncias confidenciales con personal docente capacitado en temas de mediación y apoyo psicológico.

Las escuelas deben ser espacios donde los estudiantes se sientan protegidos y valorados en un entorno escolar que cuente con estrategias para fomentar la convivencia pacífica y el desarrollo de una cultura de respeto. Los docentes –por su parte– son actores clave en la prevención de la violencia, fomentando un ambiente de confianza y diálogo en el aula.

#### Preguntas de reflexión

1. Después de haber leído este texto ¿recuerdas alguna experiencia de violencia que hayas vivido o que haya vivido alguna amiga o amigo de la escuela?
2. Explica cómo se resolvió ese conflicto que viviste o algún otro episodio de violencia que hayas conocido.
3. Comenta ¿por qué es importante comunicar los sucesos de violencia a los maestros y a los padres de familia?
4. ¿Cómo hubieras resuelto tú ese problema si estuvieras en lugar de un maestro o maestra de la escuela?

#### Glosario

**Acoso escolar:** Es una forma de violencia entre compañeros en la escuela que implica hostigamiento repetido y deliberado hacia una víctima, quien se encuentra en desventaja.

**Aislamiento escolar:** Situación en la que un estudiante se siente desconectado y excluido de sus compañeros y del entorno escolar, lo que puede tener consecuencias negativas en su bienestar emocional y rendimiento académico.

**Agresiones verbales:** Es una forma de violencia ejercida a través del lenguaje, generando daño emocional; especialmente, si se produce en la escuela o el hogar.

**Aprendizaje Socioemocional:** Proceso donde los estudiantes aprenden a desarrollar habilidades para comprender y manejar sus emociones, construir relaciones positivas, tomar decisiones responsables y afrontar desafíos.

**Autoregulación:** Es la capacidad de controlar las emociones, pensamientos y acciones para adaptarse a las demandas de diferentes situaciones y lograr objetivos personales.

**Bullying escolar:** Se caracteriza por la agresión física, verbal, psicológica o la exclusión social de un estudiante por parte de sus compañeros.

**Cohesión social:** Se refiere al grado en que los miembros de una sociedad están integrados y conectados entre sí, formando un sentido de pertenencia y solidaridad.

**Comunidad escolar resiliente:** Es aquella capaz de recuperarse y adaptarse ante la adversidad, aprendiendo y creciendo de las experiencias difíciles, como desastres naturales o situaciones de estrés o violencia.

## Glosario

**Condición socioeconómica:** Se trata de la posición de un individuo o grupo dentro de la sociedad, determinada por factores como son los ingresos, la educación y la ocupación.

**Condiciones culturales:** Son los factores socioculturales que influyen en el comportamiento, las creencias y los valores de un individuo o grupo.

**Discriminación:** Es el trato desfavorable o la exclusión de personas o grupos por características como son la raza, el género, la religión, la orientación sexual, etcétera.

**Mediación de conflictos:** Se trata de un proceso voluntario donde un tercero neutral, el mediador, ayuda a dos o más partes a encontrar soluciones mutuamente aceptables a sus desacuerdos.

**Violencia física:** Se define como cualquier acción intencional que causa daño al cuerpo de una persona, utilizando fuerza física o algún tipo de arma u objeto; también incluye acciones que limitan la movilidad de la persona o causan daño psicológico.

**Violencia institucional:** Acciones u omisiones de funcionarios públicos que desde su posición de poder vulneran los derechos humanos de las personas.

**Violencia sexual:** Es el acto de coacción o amenaza hacia una persona con el objetivo de que lleve a cabo una determinada [conducta sexual](#) en contra de su voluntad.

**Violencia digital:** Es cualquier acto realizado a través de medios informáticos que busque agredir, violentar, vulnerar o exhibir la intimidad de una persona.

## Referencias

- DÍAZ AGUADO, MARÍA JOSÉ (2002). Convivencia escolar y prevención de la violencia. Madrid: Ministerio de Educación, 174 p.
- GALTUNG, JOHAN (1998). Tras la violencia, 3R: Reconstrucción, reconciliación y resolución. Afrontando los efectos visibles e invisibles de la guerra y la violencia. Bilbao: Gernika Gogoratuz.
- OLWEUS, DAN (2013). Bullying at School: What We Know and What We Can Do. Oxford: Blackwell Publishing.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP), (2022). Protocolo para la prevención, detección y actuación en casos de violencia escolar. México: SEP, 134 p.
- UNESCO. (2019). Detener la violencia en la escuela: Guía para docentes. París: UNESCO.





NIVEL  
**MEDIO  
SUPERIOR**

**Lectura  
Científica**  
2025 ~ 2026