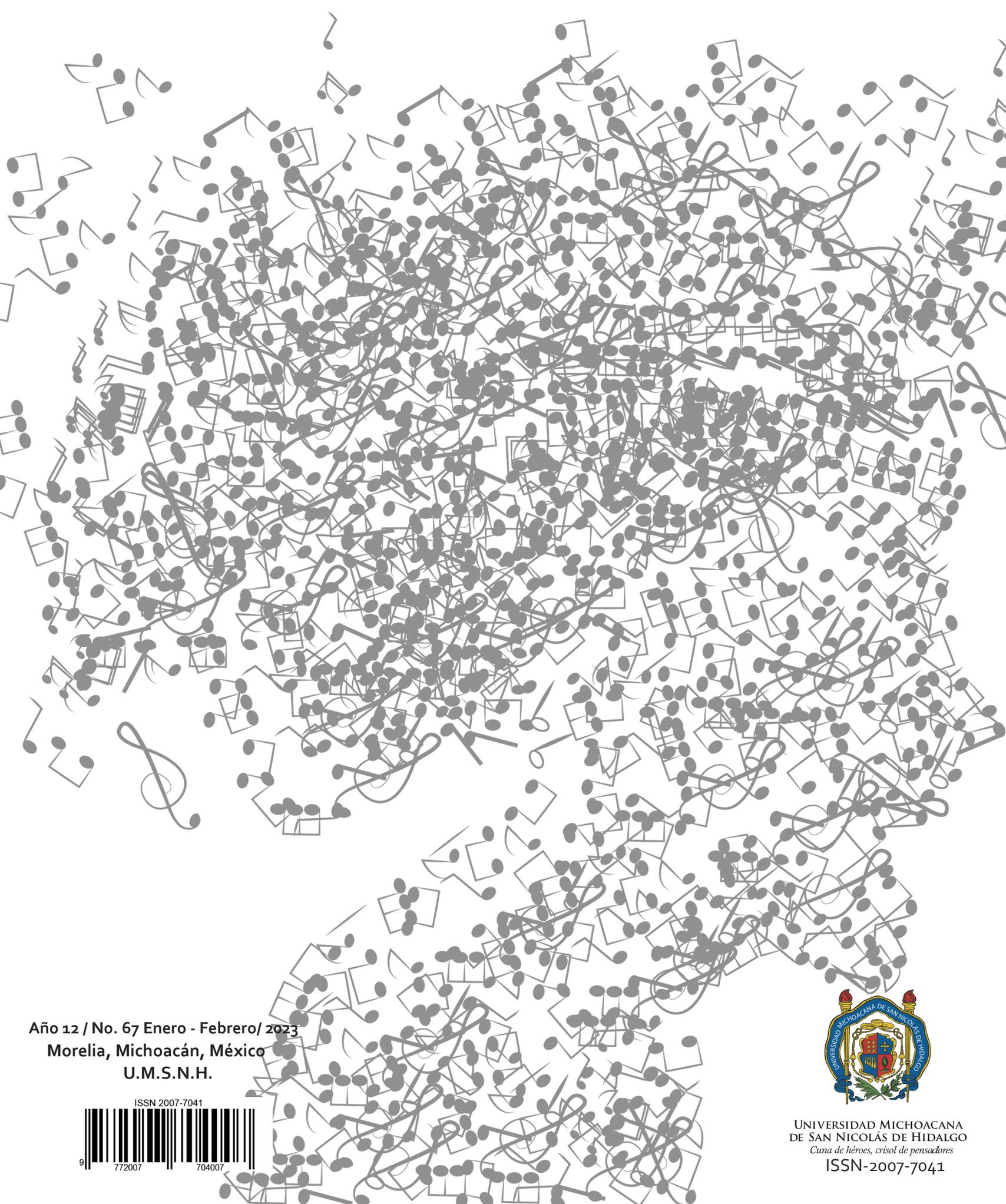


# sabermás

Revista de Divulgación  
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



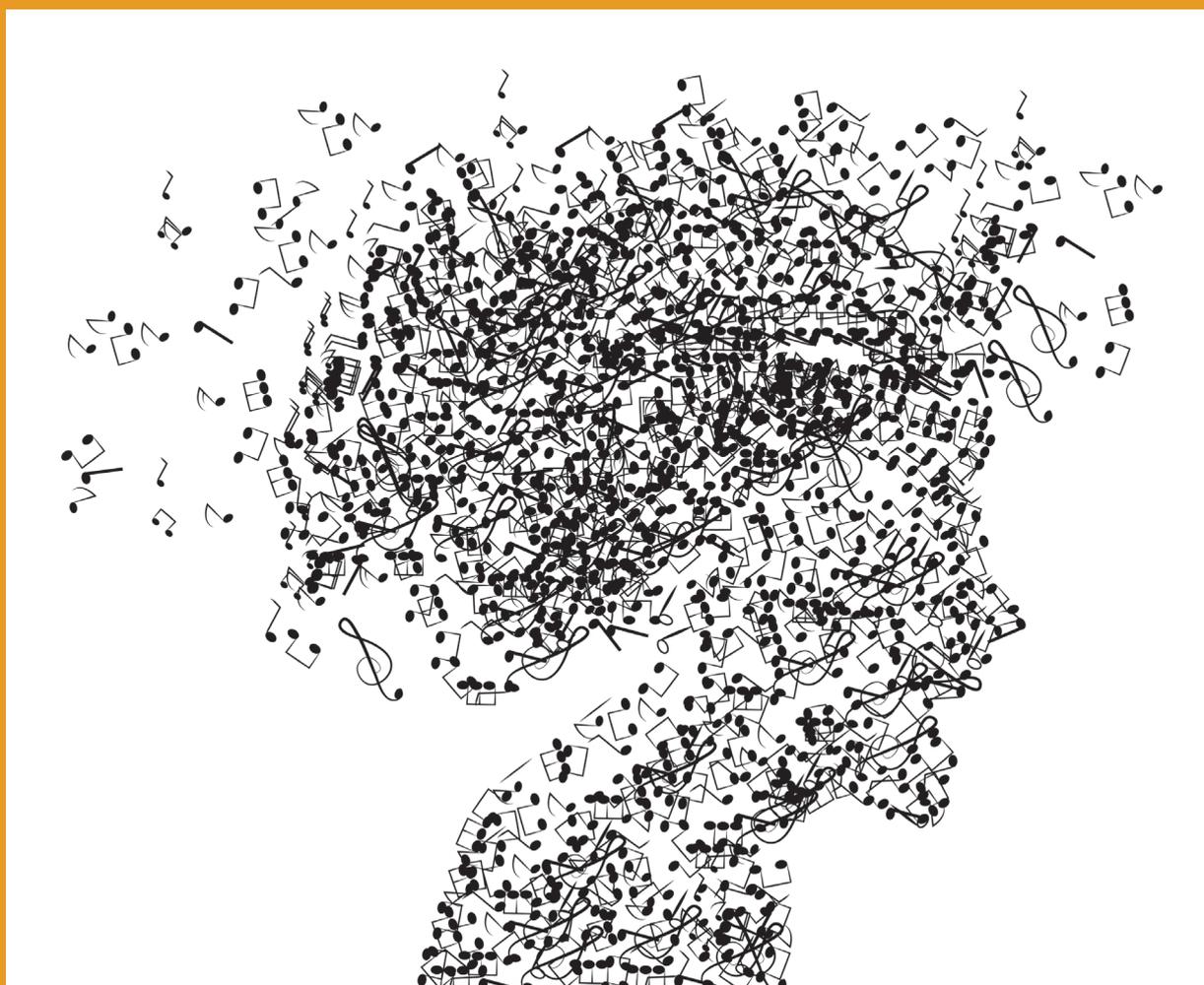
Año 12 / No. 67 Enero - Febrero/ 2023  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



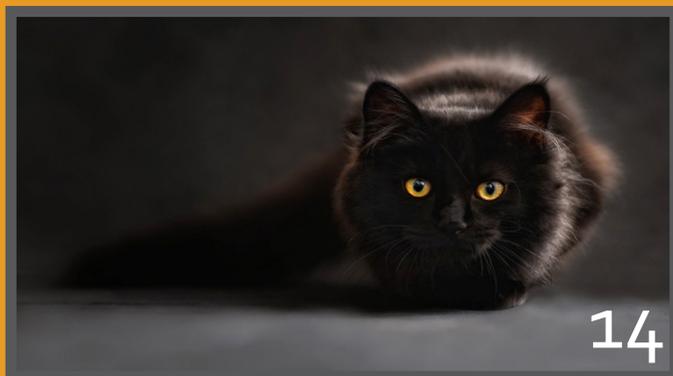
UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*  
ISSN-2007-7041

# CONTENIDO

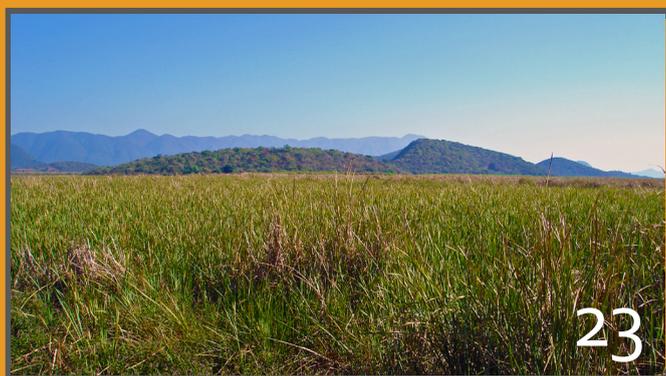


## El Efecto Mozart ¿Música para hacerte más inteligente? 38

Diferenciar entre gatos pardos	14
La complejidad de la salud	19
La cobertura y el uso del suelo	23
La vainilla: Una esencia muy mexicana	27
Los parientes silvestres: Un tesoro de la naturaleza	32
¿Sabes qué te dice ese paisaje?	44
Conectar paisajes para conservar su biodiversidad	49
Experimentación con animales: Vidas para la ciencia	54
¿Qué es la ceguera vegetal?	58
Efectos del huachicoleo en México	62
¿Pueden los niños y niñas prevenir la violencia?	66
Agua, energía y alimentos: ¿Qué los relaciona?	70
Y volver, volver... ¿Volver?	74
Ácido fólico para hombres ¡Encapsulado mejor!	80



14



23



32



44



54



62

**ENTÉRATE**

Celebración del 80 aniversario del volcán Parícutin 6

**TECNOLOGÍA**

¿Cómo será la movilidad en el futuro? 85

**UNA PROBADA DE CIENCIA**

Cómo percibimos el mundo 90

**CIENCIA EN POCAS PALABRAS**

Leptina: La hormona de la saciedad 92

**LA CIENCIA EN EL CINE**

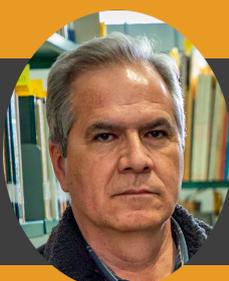
El último de nosotros (*The last of us*) 97

**NATUGRAFÍA**

Culebra Cordelilla Chata 103

**INFOGRAFÍA**

Quehacer Científico Nicolaita 104



**Entrevista al Dr. José Alfonso Villa Sánchez**

Profesor Investigador en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

10

# DIRECTORIO



## Rectora

Dra. Yarábí Ávila González

## Secretario General

Dr. Zoe Tamar Infante Jimenez

## Secretaria Académica

Dra. Angelica Guadalupe Zamudio De la Cruz

## Secretaria Administrativa

D. C. E. Javier Cervantes Rodríguez

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Miguel Ángel Villa Álvarez

## Secretario Auxiliar

Mtra. Mónica Gutiérrez Legorreta

## Abogado General

Dr. Raúl Carrera Castillo

## Tesorero

C. P. Enrique Eduardo Roman García

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Jesús Campos García

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 12, No. 67, enero - febrero, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [sabermas.publicaciones@umich.mx](mailto:sabermas.publicaciones@umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 28 de febrero de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Director

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Editor

Dr. Horacio Cano Camacho  
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Comité Editorial

Dr. Jesús Campos García  
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de  
Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña  
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

Dra. Ek del Val de Gortari  
IIES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

M.C. Ana Claudia Nepote González  
ENES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
ENES-Universidad Nacional Autónoma  
de México Campus Morelia,

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez  
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

## Diseño y Edición

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda  
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

Con este número de *Saber Más* inicia el volumen 12 ya que, desde el 12 de enero de 2012, publicamos esta revista de divulgación de la ciencia y la tecnología desde nuestra institución, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a través de la Coordinación de la Investigación Científica y el Departamento de Comunicación de la Ciencia, contando con el apoyo del comité editorial y el equipo técnico de *Saber Más*.

A partir de este volumen estaremos publicando 15 artículos, más los de las diferentes secciones que conforman *Saber Más*, tres más de lo habitual, debido al gran número de artículos que recibimos y que son aceptados con la calidad que los autores nos hacen llegar para que ustedes, los lectores, tengan más opciones de saber más de la ciencia y de la tecnología.

Empezaré a contarles del artículo de portada, que describe lo que muchas veces se afirma, que oír música nos hace más inteligentes, esta es la oportunidad para que leas del tema y conozcas "El efecto Mozart". Pero, además te invito a leer los otros catorce artículos, que nos adentran a la ciencia de nuestra salud, de ecología y biodiversidad, de plantas, pero también de hechos actuales como el huachicoleo, sobre los derechos de las infancias, el regreso a las aulas después de la pandemia de COVID-19 y del agua, energía y alimentos. Lee también acerca de la movilidad en el futuro y de la hormona que controla nuestra saciedad, en las secciones de Tecnología y La Ciencia en Pocas Palabras, respectivamente.

En febrero del presente año se cumplen 80 años de un volcán representativo de nuestro estado Michoacán, ya que nació el 20 de febrero de 1943 en

el municipio de Uruapan, me refiero al Parícutin. En la sección Entérate te presentamos una nota muy completa sobre la historia de este evento volcánico y la importancia para continuar con investigaciones que lleven a conocer más sobre el vulcanismo en México y estar preparados para futuras erupciones. En la sección Entrevista, el Doctor en Filosofía José Alfonso Villa Sánchez, Profesor e Investigador en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de nuestra Universidad, nos habla entre varias cosas sobre la filosofía en nuestra vida cotidiana, en nuestro vivir.

Y, tenemos sin falta, las secciones de Una Probada de Ciencia y La Ciencia en el Cine, con muy buenas opciones para leer y ver para este fin de semana; con una breve descripción del libro "Una cuestión de olfato", del neuroetólogo Bill Hansson (Crítica, 2022); y, "El último de nosotros (*The last of us*)" una serie de televisión sobre un nuevo apocalipsis.

En las secciones de Natografía e Infografía, disfruta esta fotografía científica de la culebra *Cordelilla chata* e información sobre el Quehacer Científico Nicolaita, en esta ocasión sobre un merecido segundo lugar otorgado a un estudiante nicolaita en el concurso de cartas ¡Feliz Cumpleaños Parícutin!, durante el evento de celebración del 80 aniversario del volcán Parícutin.

Como siempre, invito a leer y compartir ciencia, para saber más de lo que los científicos proponen y hacen en las diferentes áreas de la ciencia, y comprendamos lo que cotidianamente usamos o necesitamos en nuestra vida diaria. ¡Espera el próximo número de *Saber Más*, que ya estamos preparando!

Rafael Salgado Garciglia  
Director



# ENTÉRATE

## Celebración del 80 aniversario del volcán Parícutin

Por: Martha Gabriela Gómez Vasconcelos y Denis-Ramón Avellán\*



Fotografía tomada desde la vista occidente de la antigua Iglesia que fue parcialmente sepultada por las lavas del volcán Parícutin en el poblado de San Juan Parangaricutiro. Foto: Martha Gómez.

### «Preservar nuestro patrimonio y prepararnos para futuras erupciones»

**E**l volcán Parícutin es un cono de escoria que forma parte del campo volcánico Michoacán-Guanajuato dentro de la meseta Purépecha, ubicado a 20 km al noroeste de la ciudad de Uruapan. Es un volcán pequeño con pendientes pronunciadas formado por la acumulación de fragmentos de roca volcánica (tamaño ceniza, lapilli y bloques de lava) que fueron expulsados desde las columnas eruptivas producidas por repetidos pulsos explosivos ocurridos a lo largo de nueve años.

Gran parte de los volcanes activos en México se encuentran en la región central del país, en el llamado **cinturón volcánico Trans-Mexicano**, donde vive cerca del **50% de la población mexicana rodeada por más de ocho mil volcanes**. En esta región volcánica podemos encontrar diversos volcanes pequeños de tipo monogenético, es decir, que se forman durante una sola erupción, que puede durar desde semanas hasta varios años, por lo que una vez cesada su actividad no vuelven a hacer erupción. Actualmente, dentro del campo volcánico Michoacán-Guanajuato no existe actividad

volcánica superficial y **los volcanes monogenéticos existentes ya están extintos**; pero sí han ocurrido erupciones históricas en los últimos diez mil años y existen algunas manifestaciones termales. También, se han registrado en diferentes ocasiones varios **enjambres sísmicos** en la zona del Parícutin-Tancítaro (en los periodos 1997; 1999-2000; 2006; 2020-2021, 2022), recordándonos que una nueva erupción puede ocurrir en un futuro cercano. Para hacer frente a la amenaza de una posible nueva erupción, las campañas de concientización pública, los esfuerzos de monitoreo geofísico y los planes de preparación requieren una mejora sustancial.

Por lo que, desde la erupción del volcán Parícutin hasta las últimas dos décadas, se han estudiado sus volcanes con la intención de conocer cada cuánto nace un volcán como el Parícutin. El **registro geológico** es una herramienta importante para conocer con qué frecuencia hace erupción un nuevo volcán en la región, lo que ayuda a crear conciencia en la población de que vivimos en una región volcánica activa. Además, esta información geológica nos sirve para el **monitoreo en caso de presentarse algún tipo de actividad** (e.g., sismicidad, fuma-

rolas, etc.). Igualmente, hay que recordar que estos volcanes son parte de nuestro patrimonio cultural, geológico y educativo, por lo que es importante conservarlos y valorarlos.

### Historia eruptiva del volcán Parícutin

El Parícutin **nació el 20 de febrero de 1943** en el municipio de Uruapan, tras 44 días de intensa actividad sísmica en la zona. El primer sismo ocurrió el 7 de enero con una magnitud de 4.4, después ocurrieron 21 sismos tectónicos con magnitudes entre 3.2 y 4.5, casi todos localizados a 320 km al este del volcán, de acuerdo a datos reportados por Yokoyama y De la Cruz-Reyna en 1990. Foshag y González relatan que «el señor Dionisio Pulido, el 20 de febrero escuchó un ruido similar al de un trueno, e inmediatamente después se formó una grieta de casi 30 metros de largo en su campo de cultivo. Desde esa grieta o fisura comenzaron a salir gases y ceniza (fragmentos de roca volcánica, de tamaño ceniza a bloques), y llovieron bombas incandescentes». **En las primeras 24 horas ya se había formado un volcán de 30 metros de altura**, y después de 10 días, había alcanzado los 148 metros. Ezequiel Ordóñez



Fotografía tomada por la noche donde se aprecia al volcán Parícutin teniendo erupciones de estilo Estromboliano. Se aprecia una pequeña columna eruptiva establecida desde su cráter. Sus flancos presentan colores rojos-amarillentos debido a que muchos fragmentos volcánicos incandescentes son arrojados de manera balística con temperaturas de 1,000 a 1,200 °C. Fotografía de Wilcox, 1943.

y Ariel Hernández Velasco, clasificaron la actividad explosiva del volcán en tres etapas: la primera consistió en erupciones explosivas formando una columna eruptiva y material piroclástico; la segunda consistió de periodos de calma alternados con periodos de actividad explosiva; y la tercera etapa se caracterizó por la emanación de gases y ceniza. El volcán siguió creciendo con erupciones de tipo Estromboliana **hasta alcanzar su altura máxima de 385 metros el 31 de diciembre de 1947.**

El 3 de abril de 1943 comenzó la actividad efusiva con la emanación de flujos de lava a temperaturas de entre 1,000 y 1,200 °C desde varios puntos de emisión localizados al noreste y sureste del cono de escorias, llamados Quiquichio, Ahuán, hornitos o bocas. Después, del 18 de octubre de 1943 al 8 de enero de 1944, se formó el Zapichu/Sapichu (hijo en lengua Purépecha). Posteriormente, se siguieron presentando pulsos eruptivos de tipo explosi-

vo, alternados con la fase explosiva y con periodos de quietud hasta el **4 de marzo de 1952, día en que cesó la erupción de este volcán.** Durante los nueve años de su actividad, afectó a más de 2,500 personas, sepultando por completo los poblados de Parícutin y San Juan Parangaricutiro, y afectando significativamente a los poblados de Zirosto, Zacán y Angahuan. Además, su actividad volcánica causó muchos daños al ecosistema, problemas sociales y económicos por la pérdida de sus bienes, situaciones que hicieron necesaria la reubicación de los habitantes hacia otras comunidades. El nacimiento del volcán Parícutin y los más de 1,200 volcanes en este campo volcánico, nos recuerda que la región norte del estado de Michoacán y sur de Guanajuato es dinámicamente activa, y que una erupción similar podría dar paso a la formación de un nuevo volcán en el futuro.



Fotografía del volcán Parícutin tomada desde el suroeste del poblado de Angahuan en la meseta Purépecha.  
Fotografía: Martha Gómez.

## Celebración del 80 aniversario del volcán Parícutin

En tema central del congreso internacional fue «Preservar nuestro patrimonio y prepararnos para futuras erupciones», centrándose en el vulcanismo monogenético y los peligros asociados, así como en la preservación de las regiones volcánicas y sitios arqueológicos que han servido como registro cultural, reconociendo su importancia histórica y educativa. El congreso reunió a **científicos de diferentes especialidades** que pueden contribuir a la solución de estos problemas, proponiendo nuevas vías de investigación, así como novedosas medidas de mitigación y proyectos de preservación que puedan tener impacto en las políticas públicas vigentes.

La conmemoración se llevó a cabo del 19 al 24 de febrero de 2023 en Morelia, Michoacán. Hubo

conferencias científicas, pósters, actividades culturales, excursiones geológicas, ruedas de prensa y presentación de documentales. Las sedes fueron el Centro Cultural Universitario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el auditorio del CSAM en la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia. Mayores informes en: <https://paricutin80.geofisica.unam.mx/>

\* Martha Gabriela Gómez Vasconcelos. Cátedra Conacyt (Investigadora por México), CONACYT-Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
gabriela.gomez@umich.mx

\* Denis-Ramón Avellán. Cátedra Conacyt (Investigador por México), CONACYT-Instituto de Geofísica Unidad Michoacán, Universidad Nacional Autónoma de México.  
davellan@igeofisica.unam.mx



Foshag, W.F. y Gonzalez, R.J. (1956). *Birth and development of Parícutin Volcano*, Mexico. U.S. Geological Survey. Bull., 965-D: 355--489.

Hasenaka, T. y Carmichael, I.S.E. (1985). A compilation of location, size, and geomorphological parameters of volcanoes of the Michoacán-Guanajuato volcanic field, central Mexico. *Geofísica Internacional*, 24(4), 577-607. <file:///C:/Users/Arpro/Downloads/HasenakaCarmichael-1985bAcompilationoflocsizeandgeomorphparameter-sofvolcoftheMGVFGeofInt.pdf>

Kennedy, G.C. (1946). Activity of Parícutin volcano from April 12 to May 3, 1946. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 27(3), 410-411. <https://doi.org/10.1029/TR027i003p00410>

Macías Vázquez, J.L. y Capra Pedol, L. (2004). *Los volcanes y sus amenazas* (vol. 210), México, Fondo de Cultura Económica.

Nolan, M.L. (1979). Impact of Parícutin on five communities. *Volcanic activity and human ecology*, 293-338. <http://>

<cidbimena.desastres.hn/pdf/eng/doc13636/doc13636-1.pdf>

Seegerstrom, K. y Gutiérrez, C. (1947). Activity of Parícutin Volcano from May 4 to September 8, 1946. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 28(4), 559-566. <https://doi.org/10.1029/TR028i004p00559>

Wilcox RE. 1948. Activity of Parícutin volcano from December 1, 1947 to March 31, 1948. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 29(3), 355-360. <https://doi.org/10.1029/TR029i003p00355>

Yokoyama, I. y De la Cruz-Reyna, S. (1990). Precursory earthquakes of the 1943 eruption of Parícutin volcano, Michoacán, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44(3-4), 265-281. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(90\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0377-0273(90)90021-7)

Zies, E.G. (1946). Temperature measurements at Parícutin volcano. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 27(2), 178-180. <https://doi.org/10.1029/TR027i002p00178>

# ENTREVISTA

Dr. José Alfonso Villa Sánchez

Por: Horacio Cano Camacho



**J**osé Alfonso Villa Sánchez, es Doctor en Filosofía por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. Profesor Investigador en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Gracias Dr. Villa por aceptar esta charla con la revista de divulgación de la ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.**

**Para los no filósofos, es decir, los no especialistas, la imagen de un filósofo, de la propia filosofía, se orienta por varios estereotipos, como si su materia de estudio fuera algo inaccesible para la vida cotidiana. ¿Cuál puede ser el origen de estas ideas y cómo cambiarlas?**

Como sucede con los estereotipos, este sobre la filosofía y la imagen del propio filósofo es parcial,

unilateral y muy sesgada. Quizá su origen esté en que, en general, la tarea de la filosofía es reflexionar sobre la relatividad de las cosas establecidas en la sociedad y algunos filósofos han llevado esta crítica al extremo de vivir al margen de la sociedad o incluso en su contra, como Sócrates o Diógenes de Sinope. La mayoría de los grandes filósofos, sin embargo, están muy lejos de ese estereotipo. El filósofo profesional vive en y de las instituciones, y desarrolla su trabajo de reflexión e investigación conforme a los cánones que marca la época. Así son los creadores de grandes sistemas filosóficos, se trate de Platón y Aristóteles en la Época Griega, de San Agustín y de Santo Tomás en la Edad Media, de Descartes, Hume, Kant y Hegel en la Época Moderna, o de Husserl, Heidegger, H. Arendt, Zubiri, Gadamer, Ricoeur y Nussbaum —entre muchos otros— en el siglo XX.

**¿Cómo podemos explicarle al gran público que la filosofía es más cercana a la vida cotidiana de lo que podemos imaginar?**

Rescatando el sentido más originario de la propia palabra, que sigue latiendo en su uso actual y en el espíritu de todo ser humano. Filosofía es amor a la sabiduría. Y la sabiduría es el arte de vivir bien, de vivir construyendo la paz y la justicia. En este sentido, todos somos filósofos, amantes de la sabiduría, aspirantes a vivir bien. De estas mismas aspiraciones, de los anhelos más humanos, se ocupan los filósofos profesionales de manera sistemática, rigurosa, apegándose a métodos propios, y siempre desde lo que otros filósofos, de otras épocas, ya han pensado. Porque los anhelos, los sentimientos y las ideas de los seres humanos son muy semejantes en todo tiempo. Martha Nussbaum, por ejemplo, es una filósofa norteamericana que se plantea con profundo rigor qué es vivir bien en una sociedad sobradamente satisfecha como la de la actualidad y, sin embargo, sumida en cualquier cantidad de problemas sociales, económicos y políticos.

**Precisamente el Instituto de Investigaciones Filosóficas, donde laboras, está organizando un coloquio sobre el vínculo de la filosofía con la vida cotidiana. ¿Podrías hablarnos de este evento?**

Se trata del I Coloquio Internacional: Praxis y vida cotidiana, que se llevará a cabo los días 29,

30 y 31 de marzo próximo, al que puede asistir toda persona interesada en temas como la educación, la justicia social, la construcción de la democracia, la ética, la complejidad de la realidad, la condición humana, etc. Habrá filósofos y filósofas profesionales compartiendo sus reflexiones sobre asuntos de la vida cotidiana, en los que generalmente no reparamos. La filosofía práctica trata sobre ese modo de la acción humana cuyo resultado y finalidad es ella misma, como la vida política o la vida ética. La acción práctica se distingue de la acción técnica en que, mientras el resultado de esta es diferente al agente que la realiza —como cuando un carpintero hace una mesa—, el resultado de la praxis es ella misma. Un ejemplo muy evidente es la educación, entendida como formación del ser humano y no como mera capacitación para el trabajo. Como formación del ser humano, la educación es ella misma su propio fin y, por lo tanto, hay que estarla actualizando constantemente y cuidar de que no venga a ser mera capacitación técnica. Este I Coloquio se ocupa precisamente de varios aspectos de la praxis actual que deben ser pensados explícitamente, sobre todo porque quedan atrapados en la obiedad de la vida cotidiana, de la vida en la que estamos inmersos todos los días, impelidos por las necesidades de la sobrevivencia en una sociedad del vértigo, que tiene poco tiempo para pensar en las cosas importantes, dado que vive al ritmo que marcan las urgencias.





**En otro orden, hemos asistido a cierta tendencia en muchos filósofos para desvincularse de la ciencia, incluso posiciones que niegan el conocimiento científico. ¿Qué nos podrías decir de este fenómeno, si es que mi apreciación es correcta y real?**

Este es un asunto que se mueve en la esfera más de la filosofía teórica que de la práctica, y de ninguna manera es un problema nuevo. La filosofía no se puede entender sin las ciencias, sean naturales o sociales; y al revés aplica igual: en el fondo, los problemas científicos se vuelven asuntos filosóficos. Estamos asistiendo a unas generaciones de filósofos cada vez más formados en ciencias, y a científicos formados en filosofía. Los filósofos profesionales, rigurosos, saben reconocer muy bien el modo como el quehacer filosófico y el quehacer científico se empalman y se recubren parcialmente entre sí. La separación y contraposición entre filosofía y ciencia es un fenómeno moderno (siglos XVI-XIX), con más carga ideológica que motivos racionales. Es significativo que los grandes filósofos modernos, como Descartes, Leibniz, Hume, Kant y muchos otros, son en realidad investigadores de asuntos sobre la naturaleza, es decir, físicos y matemáticos. Y que astrónomos y físicos modernos se comprendan a sí mismos más como filósofos que como científicos: es el caso de Copérnico, Kepler,

Galileo y desde luego Newton y el propio Leibniz. *El origen de las especies* (1859) de Darwin, en pleno siglo XIX, tiene talante más de filosofía que de biología. Aunque suene un poco fuerte la expresión, la desvinculación entre ciencia y filosofía es más bien un falso problema.

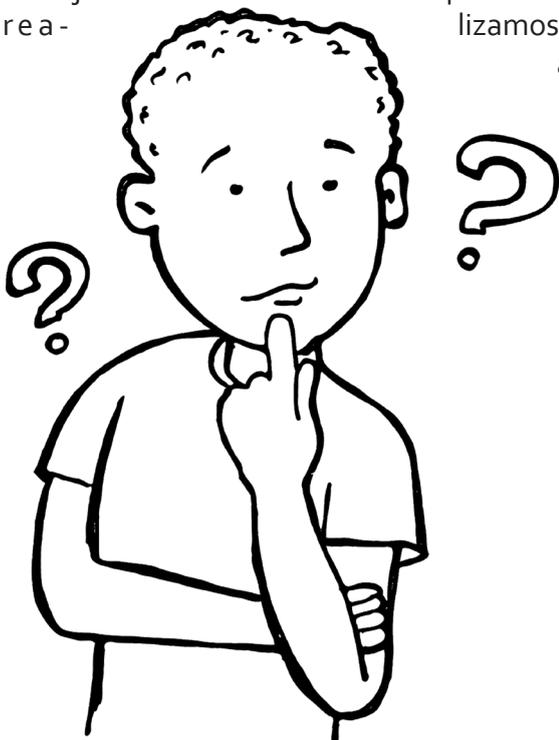
**Del lado contrario también existen posiciones, hay una corriente dentro del mundo científico para «negar» la filosofía, bajo el argumento de que a estas alturas del desarrollo científico ya no es necesaria y, parte de sus reflexiones, se sustentan en el «negacionismo científico» o en esas posturas anticientíficas de muchos filósofos. Me gustaría escuchar algún comentario de tu parte.**

Si todavía hay «científicos» que se conducen de esa manera, es porque no han reparado en que ese negacionismo que sostienen es precisamente un asunto filosófico, y no es ya un asunto científico. Pero esas posturas del siglo XIX son cada vez menos comunes. La ciencia moderna, que vía el método matemático, llegó a ser verdadera investigación sobre la naturaleza, sea en física, en química o en biología, ha venido a ser en el último siglo casi mera aplicación técnica, tecnológica, digital y cibernética, en definitiva, Inteligencia Artificial. El científico actual es más bien un tecnólogo, y en ese sentido la ciencia, que estaba más asociada con la teoría, ha

terminado atrapada por las exigencias de su aplicación y el manejo tecnológico de control de procesos. Y en la medida en que la ciencia se torne cada vez más tecnológica, estaremos más necesitados de que la filosofía vuelva a plantear las preguntas por la esencia de la vida buena, por la posibilidad de una vida humana virtuosa instalada, por ejemplo, en la Inteligencia Artificial que hoy invade y controla toda praxis.

**Estos temas, tratados en las preguntas anteriores, me llevan a preguntar por un fenómeno al que estamos asistiendo actualmente y al que le podemos llamar «la defensa de la enseñanza de la filosofía en el sistema escolarizado de nuestro país». Sus postulantes dicen que existe la intención de «desaparecer» o retirar las asignaturas de filosofía y otras correlacionadas de los programas de enseñanza básica, ¿en realidad hay que defender las clases de filosofía? Si consideramos las posturas anticientíficas, el alejamiento de la filosofía de lo que es significativo para la gente común y, por otro lado, la manera en que se enseña filosofía en las escuelas, ¿qué se está defendiendo?**

Es normal que cuando un grupo ve amenazado el territorio en el que vive lo defienda. Defender la filosofía es, en el fondo, defender la libertad a pensar, defender la libertad a reflexionar sobre las mejores maneras de llevar a cabo una vida buena a nivel social y personal. Sin esta libertad para la reflexión, la cultura, el arte, la ciencia, la religión, etc., se convierten en recursos ideológicos al servicio de intereses injustos y hasta malvados. La batalla por la defensa de la filosofía no se libra, en primer lugar, con los funcionarios educativos por las etiquetas con las que quieren nombrar el trabajo que los maestros realizamos con los adolescentes.



tes y jóvenes; entre otras cosas porque, una vez que lo han decidido así, quienes estamos en el salón de clase no tenemos posibilidad de injerencia en esos círculos de toma de decisiones. Más que defender a la filosofía de ese prurito creativo de la burocracia, a los maestros de filosofía nos toca cuidarla, tratarla muy bien y cultivarla con denuedo cuando la enseñamos. ¿O acaso no ha sucedido ya muchas veces que, ganada la lucha para que los cursos de lógica, ética, historia de la filosofía, etc., tengan un lugar central en el currículo de formación, es maltratada, descuidada y hecha a un lado por la propia institución donde se imparte, y no pocas veces por los mismos profesores que impartimos las materias? Así, por ejemplo, ser un profesional de la filosofía no significa ser un profesional en la enseñanza de la filosofía. ¿No sería recomendable, para cultivar adecuadamente el espíritu filosófico de los jóvenes, que el profesor se ocupara deliberadamente de profesionalizar su labor de docente de filosofía de manera que, enfocado en atender los contenidos que deben ser aprendidos, atendiera también y sobre todo los métodos como esos contenidos pueden ser apropiados de mejor manera por los estudiantes? Más allá del nombre, los contenidos de los programas de filosofía no pueden ser negociados en su núcleo temático; pero tampoco debiera ser negociable, por responsabilidad moral y pedagógica, el modo de enseñar la filosofía a los jóvenes, dado que esos primeros contactos les marcarán en su ponderación de la importancia individual, social y política de la filosofía. En todo caso, en este asunto de los nombres, los contenidos, la pedagogía y la didáctica de la filosofía, hay que cuidar de conducirse con ese prurito apocalíptico de la época moderna que es la urgencia; como si el mundo estuviera a punto de terminarse y fuera la última oportunidad para hacer algo. Dado que lo urgente puede esperar —a menos que se trate de una emergencia—, la mirada debe escudriñar con detenimiento, entre tanta murmuración, para traer al primer plano lo verdaderamente importante.

**Te queremos agradecer tus comentarios, si tienes algo más que agregar, sobre todo en una revista de divulgación de la ciencia...**

Reiterar la invitación para que nos acompañen en el I Coloquio Internacional de Filosofía: Praxis y vida cotidiana. Y agradecer la oportunidad de este espacio.

## ARTÍCULO

### Diferenciar entre gatos pardos

Mariel Maldonado



**Mariel Maldonado.** Investigadora en Ciencias Médicas, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias «Ismael Cosío Villegas», Ciudad de México, México.

[marielmb@comunidad.unam.mx](mailto:marielmb@comunidad.unam.mx)

«De noche todos los gatos son pardos»

**D**ice un refrán popular. En la antigüedad se creía que el origen de las enfermedades eran castigos divinos o desequilibrios de humores vitales. Poco a poco se fueron encontrando algunos de los agentes causales de ciertos males, se empezaron a tomar medidas de higiene como el lavado de manos y de alimentos, se implementaron procesos como la pasteurización, se descubrieron los antibióticos, se diseñaron vacunas, se han descubierto los mecanismos de muchas enfermedades, mientras que de otras todavía no se comprenden y, a la fecha, se siguen estudiando hasta nivel molecular.

En ocasiones, un médico puede enfrentarse al reto de diagnosticar a un paciente con pocos síntomas o con síntomas compartidos por numerosas enfermedades, por ello, es necesario hacer muchas preguntas y solicitar análisis de laboratorios que ayuden a distinguir cuál es el origen del malestar. Sin embargo, si los síntomas son iguales, ¿cómo saben que se trata de X o de Y?, ¿cómo distinguir en la oscuridad a dos gatitos oscuros? Y una vez que se distinguen, ¿ahí termina la misión?

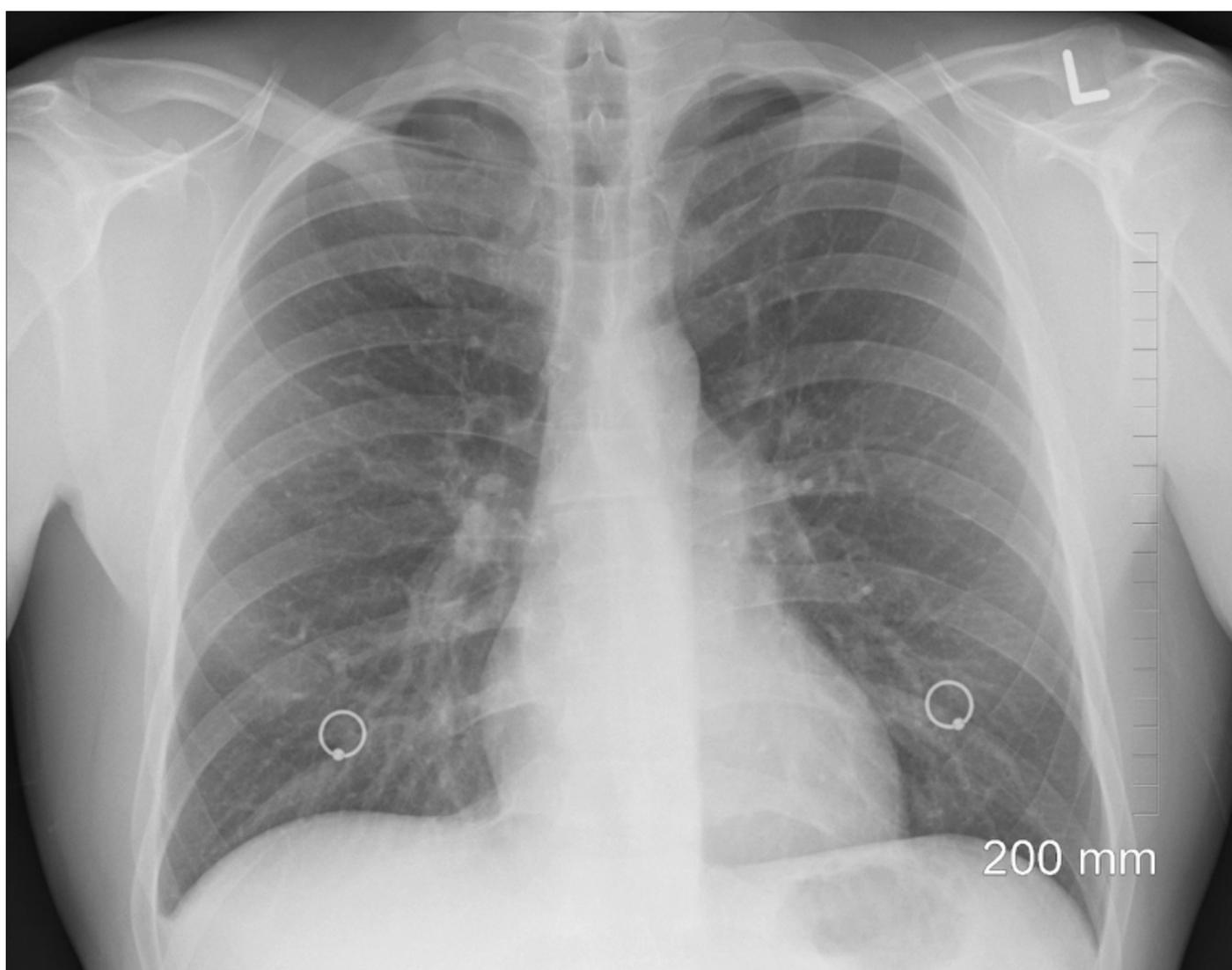
### Fibrosis pulmonar

La fibrosis pulmonar no es una enfermedad, sino el resultado final de varias enfermedades distintas con diferentes orígenes. La **fibrosis** en términos muy simples, es el **endurecimiento de algún órgano** que se da por la acumulación y mayor número de enlaces entre los componentes de matriz extracelular (MEC), esta es el conjunto de moléculas que se encuentran rodeando a las células de los animales pluricelulares entre los límites epitelial y

endotelial. Se compone de colágenas, carbohidratos, proteínas con carbohidratos grandes y proteínas con azúcares pequeños.

La mayoría de los padecimientos que llevan a fibrosis pulmonar siguen el paradigma de **inflamación aguda**, inflamación crónica y respuesta fibrótica; sin embargo, no todos los desórdenes siguen esta ruta. En general, lo común cuando un agente extraño entra al cuerpo, es que los glóbulos blancos lo eliminen fagocitándolo directamente («comiéndoselo») y/o produciendo anticuerpos que ayudan a identificarlo como tal para aniquilarlo. Esa respuesta del sistema inmunológico para luchar con los invasores es la inflamación aguda. Si el bicho es persistente y más fuerte que el hospedero o la exposición al agente continúa, los glóbulos blancos siguen acudiendo al llamado para rescatar al cuerpo, a esto se le llama **inflamación crónica**.

Ese llamado de auxilio puede llegar a los **fibroblastos**, que como su nombre lo sugiere, son las **células que producen fibras de proteínas** que





componen la MEC. Los fibroblastos migran a la región dañada, proliferan, producen colágena y demás componentes con el objetivo de restablecer el daño, es como hacer una cicatriz por dentro, el problema es que esa costra no se elimina, va engrosando los tejidos hasta convertirse en lo que se denomina fibrosis.

Distintos tipos de neumonías, inflamaciones graves de los pulmones, pueden llevar a la fibrosis pulmonar. En muchos casos es posible conocer al agente desencadenante de la inflamación, pues se identifica al virus, bacteria u hongo que generó la respuesta inmune. No obstante, hay otro gran número de padecimientos en los que el agente es desconocido. La enfermedad más agresiva y común de estos otros casos es la llamada fibrosis pulmonar idiopática.

### Fibrosis pulmonar idiopática

La fibrosis pulmonar idiopática es una **enfermedad asociada al envejecimiento** con una espe-

ranza de vida de entre dos y cinco años posteriores al diagnóstico. En los pacientes con fibrosis pulmonar idiopática, nunca se observa que avancen de una etapa inflamatoria a una fibrótica y **no mejoran con la toma de medicamentos antiinflamatorios**; por lo anterior, se ha concluido que a diferencia de las otras fibrosis pulmonar, la fibrosis pulmonar idiopática no es un desorden inflamatorio, sino un desequilibrio liderado por las células epiteliales que conforman los alvéolos.

El estándar de oro para diagnosticar fibrosis pulmonar idiopática es el patrón de neumonía intersticial usual. Este patrón consiste en una serie de características específicas que se pueden observar en una tomografía de tórax de alta resolución (que es como una fotografía interna), o bien, histológicamente en una laminilla de biopsia pulmonar.

Todos los pacientes de fibrosis pulmonar idiopática tienen patrón neumonitis por hipersensibilidad, pero el patrón neumonía intersticial usual no es exclusivo de fibrosis pulmonar idiopática, por consiguiente, es fundamental descartar otros padecimientos antes de dar el diagnóstico.

### Neumonitis por hipersensibilidad

Otro padecimiento que lleva a la fibrosis pulmonar es la **neumonitis por hipersensibilidad**, la cual es causada por la respuesta exagerada del sistema inmune ante la inhalación de alguna partícula de origen orgánico. La neumonitis por hipersensibilidad **sí es una enfermedad inflamatoria** que en etapas iniciales es reversible si se elimina la exposición a la partícula; no obstante, cuando avanza a la etapa crónica se desarrolla fibrosis pulmonar que no se revierte.

El diagnóstico de neumonitis por hipersensibilidad se basa en la identificación de esa partícula

que se inhaló; sin embargo, no siempre es posible encontrarla. En ocasiones pueden desarrollar el patrón de neumonitis por hipersensibilidad, por lo tanto, se complica la determinación de diagnóstico por la **dificultad de distinguirlo de la fibrosis pulmonar idiopática**. Además, este mismo patrón de neumonitis por hipersensibilidad también se puede encontrar en padecimientos distintos que llegan a fibrosis pulmonar.

Por si fuera poco, al analizar la tomografía o la biopsia, las opciones de resultado son de neumonía intersticial usual definitivo, neumonía intersticial usual probable, neumonía intersticial usual posible o indeterminado. ¿Por qué tantas opciones? A pesar de ser una fotografía de alta resolución, la tomografía puede contener solo uno de los elementos que determinan el patrón. Por ejemplo, si viéramos en una foto cuatro patas grandes grises y ausencia de trompa, no sabemos si se trata de un rinoceronte o un hipopótamo, pero si viéramos la nariz, podríamos decir de cuál de ellos se trata. Entonces, ¿cómo distinguir una de otra?

#### **Moléculas para distinguir entre gatos pardos**

Dos pacientes con patrón de neumonía in-

tersticial usual podrían ser diagnosticados, uno con fibrosis pulmonar idiopática y otro con neumonitis por hipersensibilidad. Para apoyar al diagnóstico se puede recurrir a la **cuantificación de ciertas moléculas presentes en los fluidos** como sangre o saliva. Algunas son más abundantes en determinada patología y de esta manera se puede llegar al diagnóstico correcto, e incluso predecir cómo será el comportamiento de la enfermedad. A esas moléculas las llamamos **biomarcadores**.

#### **¿Cómo encontrar biomarcadores?**

Una forma sencilla para encontrar diferencias entre dos condiciones consiste en echar un vistazo a la expresión génica general, lo cual se logra con análisis de microarreglos o **secuenciación de ARN**, donde se miden todos los transcritos de ARN de los genes que se están expresando en cierto momento. Por ejemplo, entre controles sanos, pacientes con fibrosis pulmonar idiopática o con neumonitis por hipersensibilidad. Recordemos que el ADN del genoma se transcribe a ARN y este se traduce a proteínas formadas por aminoácidos. Otro nivel de evaluación es comparar directamente la expresión de las proteínas.



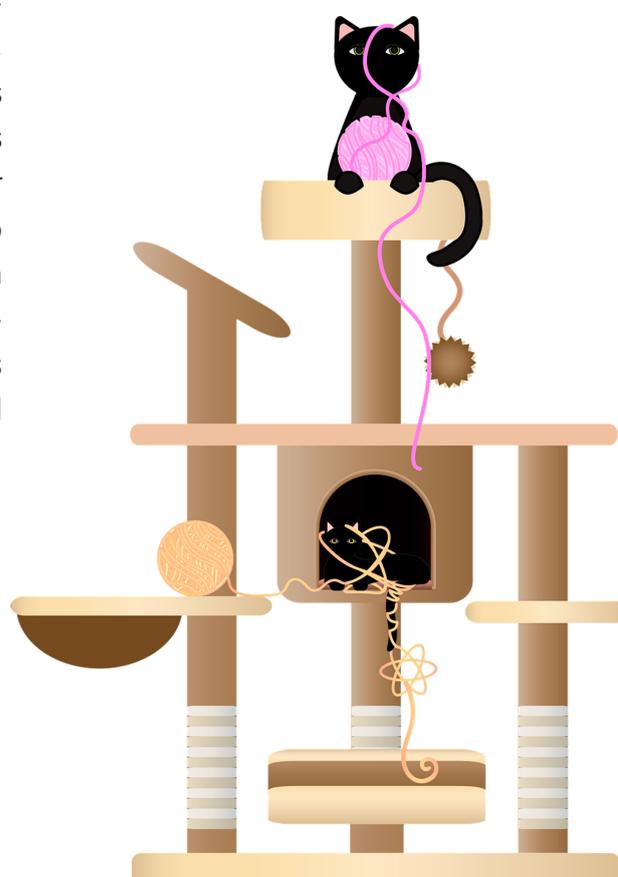
Esa primera aproximación a identificar biomarcadores candidatos se realiza con pocas muestras. La siguiente etapa consiste en **evaluar la cantidad de la molécula en muchas muestras** de cada grupo que se está comparando. Posteriormente, se busca si es reproducible en al menos otra cohorte, esto es, en otro grupo grande de pacientes en otra región, entonces se da a conocer al mundo para que todos puedan aprovechar el hallazgo.

### Lo que permite diferenciar a un gato de otro

A pesar de tener pistas de lo que ocurre, tanto en fibrosis pulmonar idiopática como en neumonitis por hipersensibilidad, ambos padecimientos siguen siendo objeto de estudio en México y en el mundo. Es posible identificar biomarcadores específicos de predisposición, diagnóstico o progresión, pero una vez identificados la misión continúa, pues nos preguntamos, ¿qué hacen ahí?, ¿con qué otras moléculas interactúan?, ¿cómo aumentaron?, ¿por qué se incrementa una enzima que degradaría lo que sobra en esta patología? Para ello llevamos a cabo experimentos con modelos animales y con células en cultivo, con el fin de describir los procesos desde la etiología u origen hasta la resolución del

desorden para regresar al organismo a su equilibrio u homeostasis, pero esa es otra historia.

El mensaje para llevar a casa es que la labor de la investigación científica, así como la de los médicos y la del personal de la salud es sumamente importante, ya que son quienes identifican los procesos, moléculas y biomarcadores de cada etapa de la enfermedad, hasta el cuestionamiento exhaustivo y análisis para llegar al diagnóstico y tratamiento con el fin de brindar una atención adecuada a los pacientes y una mejor calidad de vida. La ciencia es el reflector que nos permite ver si un gatito es gris, naranja, negro o blanco con manchas.



Alberti, M.L., Rincón-Álvarez, E., Buendía-Roldan, I. y Selman, M. (2021). Hypersensitivity Pneumonitis: Diagnostic and Therapeutic Challenges. *Front. Med. (Lausanne)*, 8:718299. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2021.718299/full>

Ernst, G., Décima, T., Quadrelli, S., Borsini, E., Canzonieri, R., Muryan, A. y Salvado, A. (2015). Biomarcadores en pacientes con fibrosis idiopática pulmonar: Incremento

de los niveles séricos de una glicoproteína rica en histidina. *Revista Fronteras en Medicina*, 1, 6-10. <http://www.revistafronteras.com.ar/contenido/art.php?recordID=MT14OA==#paneFive1>

Vázquez-Lemus, F. y Meza-Carmen, V. (2021). Fibrosis: Héroe o asesino silencioso. *Saber Más*, 10(60), 61-64. <https://sabermais.umich.mx/secciones/articulos/1050-fibrosis-heroe-o-asesino-silencioso.html>

## ARTÍCULO

## La complejidad de la salud

Dayanira Paniagua Meza



**Dayanira Paniagua Meza.** Profesora e Investigadora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México.

[paniagua.dayanira@uabc.edu.mx](mailto:paniagua.dayanira@uabc.edu.mx)

¿Alguna vez has notado que todos los medicamentos tienen una leyenda que indica «efectos secundarios»? ¿O incluso, que la misma enfermedad puede tener distintas manifestaciones en cada persona? Basta con ver la evolución del COVID-19. Esto no se debe a ninguna conspiración, sino a la gran complejidad de nuestro organismo que hace que cada uno de nosotros respondamos de manera distinta.

### Si se elimina el causante de la enfermedad, hay salud

Cuando los primeros investigadores buscaron la cura para las enfermedades que aquejaban a la gente de su región, en muchos casos, encontraron solo una causa y comprendieron que si la trataban, la enfermedad no se desarrollaba. Muestra de ello son las infecciones por bacterias o parásitos y el **descubrimiento de los antibióticos**, e incluso la aplicación de **métodos de conservación e higiene** que eliminan el agente causante de la enfermedad. Estos investigadores descubrieron que con solo hervir el agua destruían al agente causante del cólera y desarrollaron métodos de conservación como la pasteurización que, hasta hoy en día, hace que los alimentos sean más seguros para su consumo. Estos descubrimientos revolucionaron la medicina y **incremientaron significativamente la esperanza de vida** de la población.

### Pero, no es así tan fácil

Sin embargo, el tratamiento de las enfermedades no es tan sencillo, sobre todo cuando se trata de una enfermedad ocasionada por nuestro propio organismo o por diversos factores.

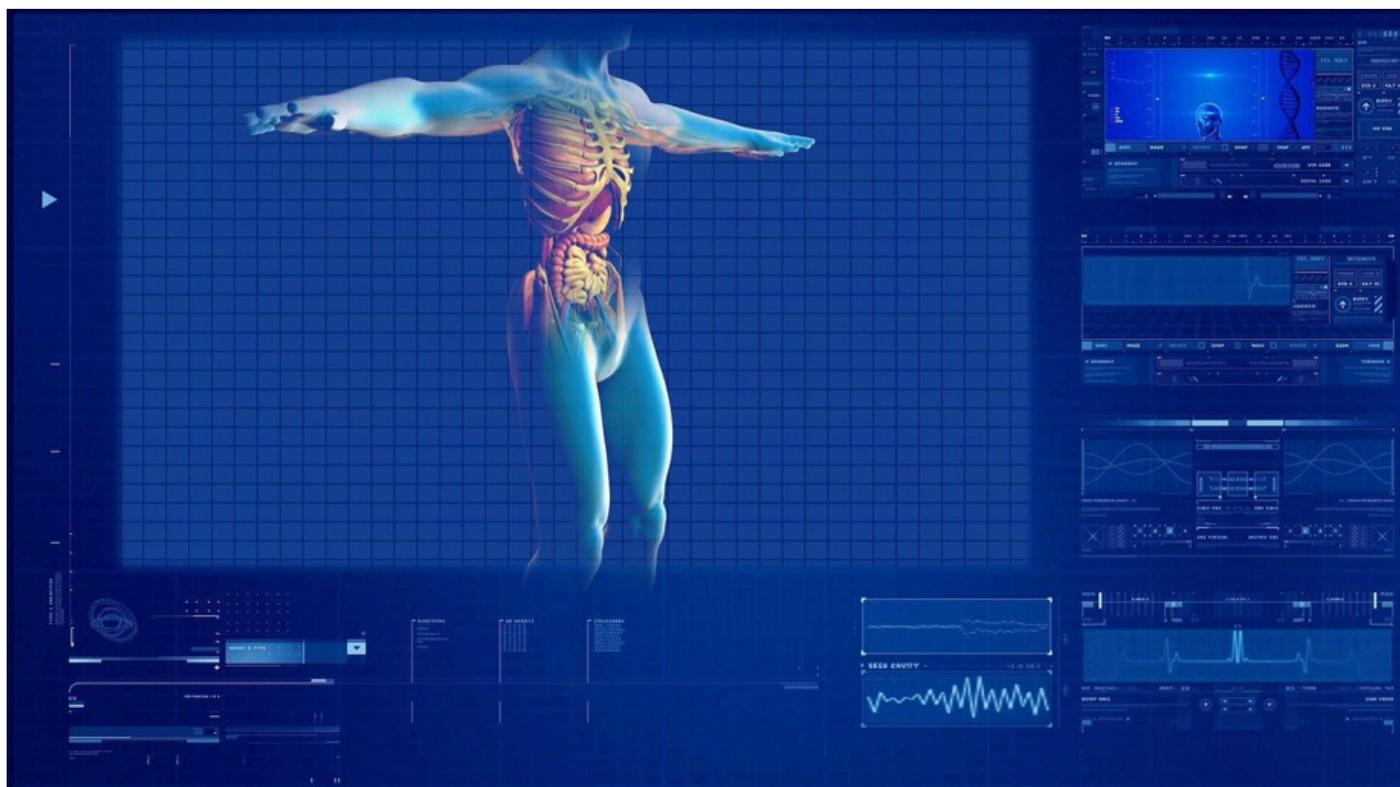
El organismo humano funciona debido a la **coordinación de una gran variedad de sistemas** que lo componen. Cada uno de estos sistemas es responsable de varios procesos moleculares que se llevan a cabo de manera simultánea y en perfecta armonía. Estos procesos logran sincronizarse a través de distintos mecanismos de comunicación formando una gran red intercomunicada que desarrolla sus procesos en equilibrio.

Este equilibrio no es estático, sino dinámico, es decir, pareciera que todo está quieto porque no se observan muchos cambios a gran escala, pero si observáramos con una gran lupa, podríamos ver que todos estos procesos se llevan a cabo de manera continua, generando cambios constantemente. Sin embargo, la comunicación constante entre los responsables hace que estos cambios no sean abruptos y que se inicien otros procesos compensatorios para que todo se mantenga en orden y armonía, esto se llama **autorregulación**.

Esta capacidad de autorregulación, aunada a la conformación en red, permite que el flujo de información se dé en función de las necesidades de cada proceso, manteniendo un equilibrio que se conoce como **Homeostasis** y que da lugar a un organismo saludable.



<https://pixabay.com/es/illustrations/c%C3%a9lula-la-divisi%C3%B3n-celular-3089947/>



<https://pixabay.com/es/illustrations/sistema-digestivo-humano-163714/>

Cuando hay una pequeña alteración en el flujo de información, la red tiene la capacidad de tomar otras rutas para que el organismo siga funcionando correctamente, dándole la capacidad de ser una **red robusta**, es decir, capaz de lidiar con cambios y afectaciones. Es por eso que, aunque la red de cada organismo es diferente y ninguna es perfecta, no nos damos cuenta y tenemos un estado saludable. Sin embargo, cuando hay alteraciones, esta ya no puede restaurar o adaptar su estado funcional y es cuando se presenta un estado de enfermedad.

### Lo complejo es que cada organismo reacciona diferente

Cada organismo reacciona de manera distinta a los medicamentos, e incluso a las enfermedades. En el caso del COVID-19, ahora se sabe que la fase aguda de la enfermedad no está dada por el virus, sino por la respuesta de nuestro organismo ante este coronavirus, que en algunos casos genera una respuesta inmune desregulada que puede llevar hasta la muerte. Se cree que la diferencia en la respuesta está relacionada con distintos factores como: la carga viral, las comorbilidades des-

critas, e incluso componentes genéticos inmunes. Las enfermedades causadas por distintos factores se conocen como **multifactoriales** y cada uno causa afectaciones múltiples a la red.

Otros ejemplos de estas enfermedades son el cáncer o las enfermedades autoinmunes, cuyos agentes causales pueden ser internos (genes, estados de salud, entre otros), aunados a factores ambientales como los rayos ultravioleta, la contaminación o exposición a algún químico. Es debido a ello que, conocer la causa específica de estas enfermedades se vuelve un gran reto y más aún su tratamiento.

Para entender cómo se generan este tipo de enfermedades no es suficiente un vasto conocimiento del funcionamiento del organismo humano en todos los niveles (molecular, celular, de tejidos, órganos y sistemas). Hace falta la integración de todos los componentes y sus interrelaciones para poder observar el efecto global, ya que solo así pueden observarse los efectos o enfermedades que son **propiedades que emergen** de la interacción simultánea de todos los componentes y que no se pueden observar si estudiamos sus componentes de manera aislada.

A lo largo de la historia se ha generado muchísima información tratando de entender cómo funciona nuestro organismo y, como fruto de esa investigación, han nacido las áreas de fisiología, anatomía, medicina, farmacología, bioquímica, genética, entre otras ciencias de la vida.

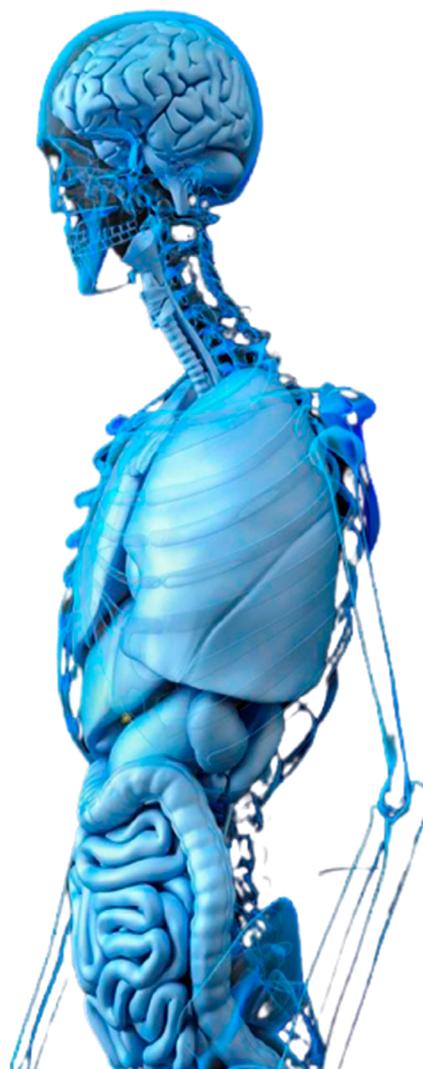
### Biología de sistemas

Uno de los factores que ha limitado el desarrollo de esta investigación es el análisis de tanta información junta, pero gracias al adelanto de nueva tecnología, tanto para la obtención de información biológica como para el procesamiento y análisis de gran cantidad de datos (**Big Data**), se ha conformado un nuevo campo de investigación: la **biología en sistemas**.

La biología de sistemas es un campo **interdisciplinar** en donde convergen especialistas en distintas áreas del conocimiento que incluyen ciencias de la vida, matemáticas, física, computación, informática, entre otras, que se apoyan con equipos de cómputo de última generación con capacidad de analizar millares de terabytes de información para desarrollar y aplicar nuevas técnicas informáticas de **análisis de sistemas**, con la fina-

lidad de darnos un conocimiento **holístico** de nuestro organismo, es decir completo, considerando no solo sus componentes, sino también sus interacciones y las **propiedades emergentes** que resulten.

A pesar de que este campo tiene poco más de 20 años, sigue siendo joven y está en constante crecimiento, pero su aproximación a las ciencias de la vida promete dar más respuestas sobre la complejidad de la salud del ser humano y de los seres vivos en general.



Ochoa-Zarzosa, A. y López-Meza, J.E. (2020). La respuesta inmune en COVID-19 ¿Amiga o enemiga? *Saber Más*, 9(núm especial COVID-19), 44-48. <https://www.sabermas.umich.mx/secciones/articulos/888-la-respuesta-inmune-en-covid-19-amiga-o-enemiga.html>

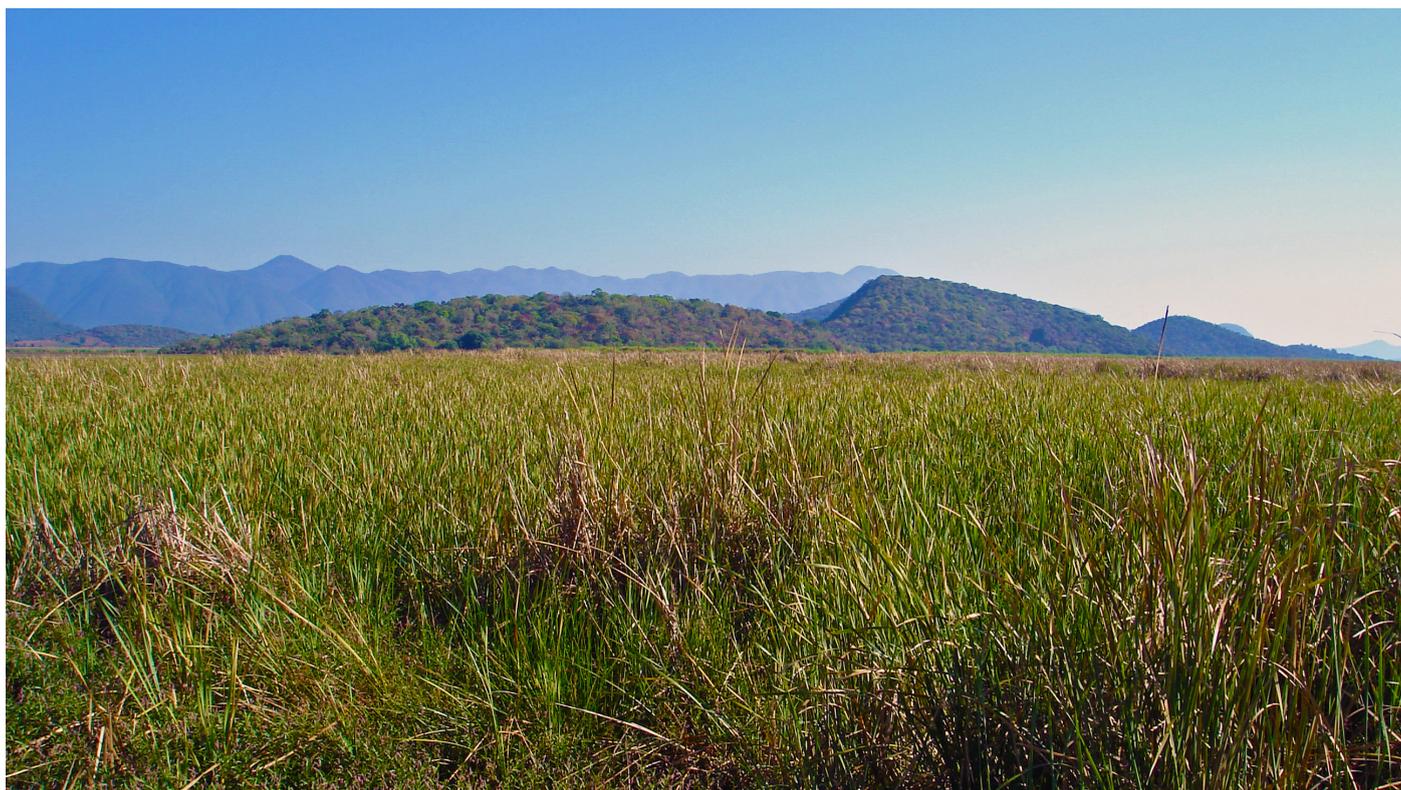
Kruif, P.D. (1998). *Cazadores de microbios*, Editorial Porrúa, SA. <https://fmed.uba.ar/sites/default/files/2018-02/tex1b.pdf>

García-Ranea, J.A. (2018). *Informes Anticipando Biología de Sistemas*, Observatorio de Tendencias de Medicina Personalizada de Precisión, Fundación Instituto Roche, 31 pp. <https://www.institutoroche.es/static/archivos/informe-anticipando-biologia-sistemas-def.pdf>

# ARTÍCULO

## La cobertura y el uso del suelo

Lucero Pimienta Ramírez y Erna Martha López Granados



**Lucero Pimienta Ramírez.** Estudiante en el Programa Institucional de Doctorado en Desarrollo y Sustentabilidad, Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

*lucero.pimienta@umich.mx*

**Erna Martha López Granados.** Profesora e Investigadora del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

*erna.lopez@umich.mx*

### ¿Qué es la cobertura del suelo y el uso del suelo?

La superficie de la tierra es el lugar en el que se desarrollan todas las actividades para satisfacer las necesidades básicas y económicas del ser humano. La cobertura y el uso del suelo son conceptos clave que nos ayudan a comprender cómo se relacionan estos dos elementos que están presentes de manera natural o creada, así como el uso de los recursos que lleva a cabo el humano en la tierra. Ambos conceptos se encuentran estrechamente relacionados, por lo que es importante definirlos.

**Cobertura del suelo.** Describe el estado natural de la superficie terrestre como los tipos de vegetación, el agua, el suelo, las montañas, los bosques, los glaciares, los ríos, los lagos, la biodiversidad y otras construcciones hechas por el humano como carreteras, ciudades, presas, entre otras características físicas.

**Uso del suelo.** Se refiere al uso que se le da a la tierra, pero en relación con las actividades que llevan a cabo los humanos con los fines a los que sirve para satisfacer necesidades básicas y las diferentes actividades económicas, por ejemplo, agricultura, ganadería, industria, vivienda, recreación, provisión de refugio y extracción de recursos naturales.

Estas definiciones ayudan a comprender el proceso de cambio en los territorios y cómo estos se van transformando a través del tiempo en respuesta a estas actividades.

### **Causas de los cambios de la cobertura y el uso del suelo**

La presión antropogénica sobre los recursos naturales a través de las diversas actividades socioeconómicas que desarrollan las poblaciones, está detrás del cambio de cobertura y usos del suelo. Desde hace algunas décadas, se han señalado diversas causas generales que han sido registradas como los principales factores que originan estos cambios en todos los ecosistemas del mundo. **La deforestación es la principal actividad causante de estas transformaciones en el entorno**, asociada en gran medida a la producción de madera que lleva consigo a la extracción forestal intensiva por parte de los pequeños agricultores, sobre todo de recursos maderables como los pinos y encinos.

Por otra parte, existe esta necesidad de satisfacer la demanda de alimentación de la población a través de **la agricultura extensiva y la**



Campos de cultivo de riego. Fotografía: Lucero Pimienta Ramírez.



Crecimiento de la periferia de las ciudades, una de las causas más importantes en la actualidad del cambio de cobertura y usos del suelo. Fotografía: Lucero Pimienta Ramírez.

**ganadería**, en este caso para la producción de alimento para el ganado. Además, la demanda de leña y material para la construcción, son otros factores impulsores de este cambio. En la actualidad, es interesante notar que a nivel mundial, el origen de este problema es atribuido a las altas tasas de deforestación, pero ahora vinculado por las nuevas demandas del mercado nacional e internacional para cubrir necesidades inmediatas como la producción de nuevos alimentos conocidos como **monocultivos**, que es una forma de agricultura basada en la producción de un solo tipo de cultivo y que no solo van cambiando las condiciones de los ecosistemas, sino también las formas de producción tradicional regional y local de las poblaciones.

Particularmente en México, en los recientes años se ha venido incrementando la producción de los cultivos de exportación y económicamente más rentables, entre ellos se ubican la soya y

la palma para la extracción de aceites, así como el aguacate. La producción de *berries* o frutos rojos también es otro de los cultivos que en los últimos años ha aumentado drásticamente su producción, mientras que **los cultivos tradicionales han venido disminuyendo**, siendo esta nueva forma de producción agrícola la más reciente amenaza para los cultivos nativos.

Otro factor que induce radicalmente el cambio de uso del suelo a nivel global y local, es el **crecimiento urbano**. Existe una gran preocupación por la expansión dispersa y fragmentada de las ciudades, principalmente en países en desarrollo. La rápida urbanización y el incremento de edificaciones habitacionales, conduce a un crecimiento descontrolado de las ciudades pequeñas y medianas, el cual acelera la **periurbanización** (espacios que se encuentran alrededor de una ciudad) de las mismas, ocasionando cambios drásticos en los paisajes, la conversión de tierras agrícolas y paisa-



jes naturales en áreas urbanizadas, genera cambios negativos en los sistemas sociales, ecológicos y en la estructura de los paisajes rurales y urbanos, contribuye de manera significativa en diversos problemas ambientales, a la vez que afecta severamente las condiciones de vida de la población de la periferia que son las zonas con mayor desigualdad social.

#### Efectos del cambio de cobertura y uso de suelo

El uso intensivo e irracional de los recursos de la tierra afecta desde la escala local hasta lo global, con graves consecuencias sociales, económicas y ambientales en el mediano y largo plazo. El impacto que ocasiona los cambios en la cobertura y uso del suelo son diversos. A **nivel local** conduce a la pérdida y degradación de suelos, cambios en el microclima, afecta la cantidad y calidad del agua, reduce los bosques y selvas, disminuye la diversidad de especies, convierte las tierras de cultivos en pastizales y en la periferia de los asentamientos urbanos, estas coberturas son desplaza-

dos por la mancha urbana, situación que conlleva a conflictos sociales, principalmente, en defensa de los territorios y de los recursos naturales. En el **ámbito regional**, afectan el funcionamiento de cuencas hidrológicas, la calidad del aire, pérdida de recursos hídricos, contaminación del agua y afecta a los asentamientos humanos. A **nivel global** incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero, el cual aumenta el calentamiento global y esto conduce a la alteración de los ciclos biogeoquímicos que controlan el funcionamiento de la Tierra.

La mala gestión de los recursos de la tierra por parte de quienes toman decisiones, ha contribuido a la degradación de grandes cantidades de cobertura y usos del suelo, lo que ha reducido nuestra capacidad para producir suficientes alimentos y, actualmente, es una de las amenazas más importantes para la biodiversidad local, regional y global. Además, afecta los medios de vida de las poblaciones rurales y urbanas.



Camacho-López, C.O., Jara-Franco, N.E. y González-Rivadeneira, J.L. (2022). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Morona Santiago. *Polo del Conocimiento*, 7(1), 797-807. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8331416.pdf>

López-Granados, E.M., Mendoza, M.E. y Acosta, A. (2002). Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra.

El caso de la cuenca endorreica del lago de Cuitzeo, Michoacán. *Gaceta Ecológica*, 64, 19-34. <https://www.re-dalyc.org/pdf/539/53906403.pdf>

Turner, B., Lambin, E. y Verberó, P. (2021). From land-use/land-cover to land system science. *Ambio*, 50, 1291-1294. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-021-01510-4>

# ARTÍCULO

## La vainilla: Una esencia muy mexicana

Herbert Jair Barrales-Cureño y Braulio Edgar Herrera-Cabrera



**Herbert Jair Barrales-Cureño.** Profesor e Investigador de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. Morelia, Michoacán, México.

[hebert.bc@zamora.tecnm.mx](mailto:hebert.bc@zamora.tecnm.mx)

**Braulio Edgar Herrera Cabrera.** Profesor e Investigador Titular en el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Puebla, México.

[behc@colpos.mx](mailto:behc@colpos.mx)

### Importancia económica de la vainilla

**E**l aroma de vainilla es sutil e inconfundible, siendo la vainillina la responsable de esta importante fragancia balsámica y dulce que se utiliza en alta perfumería por sus distintas y delicadas notas que evocan agradables sensaciones y nos hacen sentir bien. La vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews) es una orquídea aromática epífita (que crece sobre otro vegetal) de gran importancia económica por su uso en la valiosa industria alimenticia y cosmética (perfumería). El género *Vanilla* pertenece a la familia Orchidaceae, la cual comprende

788 géneros y 18,500 especies, siendo una de las principales y mayores familias de plantas florales del mundo. La especie *V. planifolia* es la única orquídea que tiene una importancia económica directa porque es la principal fuente del aroma de la vainilla. Aunque existen cientos de orquídeas de vainilla, que derivan de la especie *V. planifolia*, solo algunas contienen las valiosas vainas aromáticas con alto valor comercial, con un precio muy fluctuante, ya que este puede bajar hasta los 30 dólares el kg, incluso más, como en Madagascar, donde llega a los 20 dólares el kg.

La vainilla es una orquídea que, a nivel mundial, se comercializa como una especia de alto precio después del azafrán (*Crocus sativus*) y el cardamomo (*Elettaria cardamomum*), otra especie aromática. En México, el costo de la vainilla natural es de \$1,000 a \$2,350 pesos por kg. Los precios suben debido a los **eventos de cambios climáticos** como las altas temperaturas, la sequía y las lluvias intensas, que **impactan de forma severa sobre el cultivo**, debido a que se requieren condiciones biológicas específicas, tales como clima cálido y húmedo, temperatura media anual de 21 a 32 °C, altitud de 0 a 600 metros sobre el nivel del mar y un suelo con buen drenaje y mucha materia orgánica. No existe un aroma de vainilla idéntico al natural, que iguale al extracto de vainilla.

### Un poco de historia de la vainilla

La vainilla, deriva de la palabra vaina, fue cultivada por tribus mesoamericanas de la época precolombina; una vez realizada la conquista por Hernán Cortés, los aztecas la emplearon para saborizar y aromatizar el cacao (chocolate caliente) que solían tomar, conocido también como *xocoatl*. Otros usos de la vainilla se reflejan en sus aplicaciones como fragancia, rituales, adornos ceremoniales, saborizante y medicinal. Se ha demostrado que posee actividad antibacteriana, antimicótica, antioxidante, antidepresiva y se ha utilizado contra el dolor de cabeza y acelerador del parto, e incluso **en algunos lugares es considerada afrodisíaca**.

La vainilla es originaria de las selvas tropicales del sureste de México y Centroamérica. Se distribuye desde Veracruz, San Luis Potosí, Puebla, Tabasco, Oaxaca, Chiapas hasta la Península de Yucatán en México. Actualmente, alrededor del 80% de la vainilla natural del mundo proviene de pequeñas explotaciones agrícolas de Madagascar e Indonesia, donde los agricultores siguen polinizando manualmente las orquídeas y cuidando las vainas de forma tradicional.

La vainillina, principal componente aromático de la vainilla, se aisló como una sustancia pura en 1858 por Theodore Gobley, al evaporar la vainilla desde extractos secos y posteriormente recristali-



zando los sólidos con una solución con agua caliente. En 1874, los científicos alemanes Ferdinand Tiemann y Wilhelm Haarmann, dedujeron su estructura química. La vainillina o 4-hidroxi-3-metoxibenzaldehído, es un compuesto orgánico cuya fórmula molecular es  $C_8H_8O_3$ . Sus grupos funcionales incluyen el éter, fenol y aldehído. La vainillina es un compuesto de **coloración ligeramente amarilla, volátil, con un olor dulce y carácter cremoso** que se encuentra acumulado en las vainas verdes de vainilla como un glucósido.

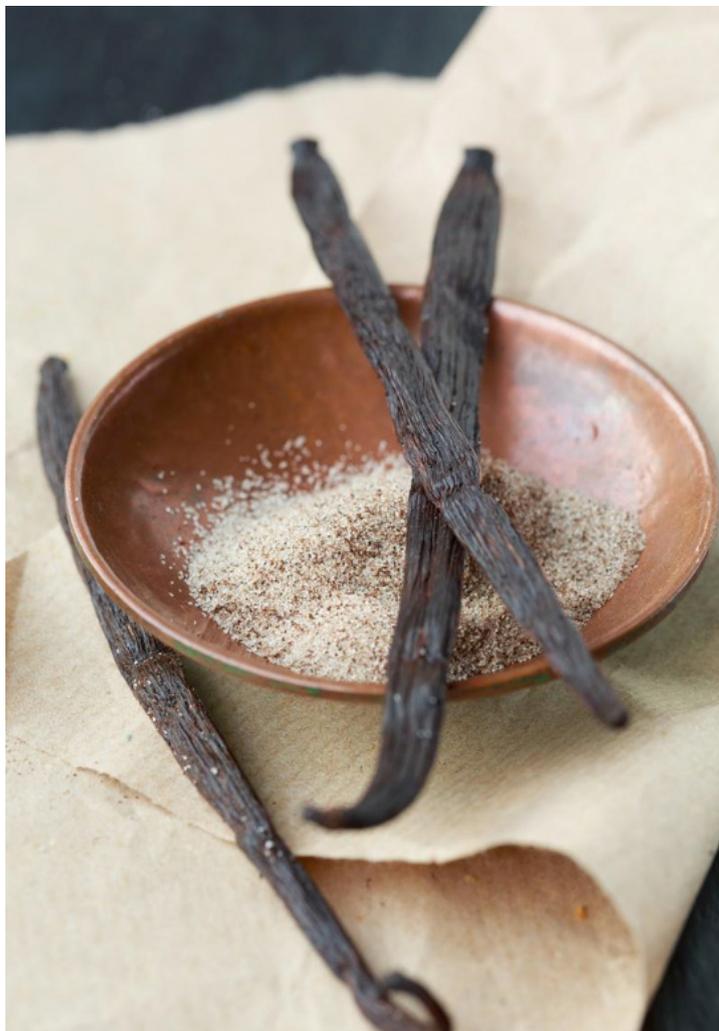
### Gastronomía y cultivo de la vainilla

Su ingreso a Europa cambió para siempre la gastronomía: al mezclar la vainilla con cacao, azúcar y leche, se transformó en el famoso chocolate caliente. Antes de integrarse en el mundo de las fragancias, la vainilla y su aroma se integraron en recetas gastronómicas.

Las vainas son firmes, gruesas, de color verde amarillento, sin olor, que contiene semillas muy pequeñas de color oscuro casi negro y globoso con la testa sólida. La vainilla es una planta herbácea, trepadora, que **utiliza diversos árboles como tutores y sombra**. Las raíces se desarrollan sin profundizar en el suelo a varios metros de distancia. Las flores son hermafroditas, su rostelum es un órgano especial que hace imposible el contacto del polen con el estigma, lo que causa que la **polinización natural** deba ser realizada por insectos o por el corte o fisura del órgano, en el caso de la **polinización manual**.

La vainilla se cultiva en pequeña escala, **floreciendo solo una vez al año**. La polinización se realiza manualmente por la mañana o bien se fertiliza naturalmente con la ayuda de la abeja melipona o por el pájaro colibrí, ambos nativos de México. Para germinar, necesita la colaboración de un hongo que le ayuda a obtener nutrientes de la tierra, nos referimos a los hongos micorrícicos tipo orquidoides. Sus frutos tardan nueve meses en madurar. La vainilla más apreciada se cultiva en Madagascar, tarda tres años en florecer y debe ser polinizada en forma manual antes de 24 horas desde que brote la flor.

El fruto, son las vainas que producen las semillas, de las cuales se extrae la esencia aromática, la vainillina. México tiene un potencial cultivable de siete mil hectáreas que representarían 4,100 toneladas de vainilla, lo que lo coloca como la primera



potencia en este cultivo. Actualmente, **México es el quinto productor a nivel mundial**, siendo Madagascar e Indonesia los líderes actuales.

### Curado o beneficiado de la vainilla

Para obtener la esencia de vainilla, se realiza un **proceso de fermentación natural conocido como curado**, seguido del secado de las vainas verdes de vainilla, lo que permite que se produzcan reacciones químicas y enzimáticas, útil para que se forme la esencia, el aroma de la vainillina, adquiriendo un color chocolate. Cada país cultivador de vainilla ha desarrollado su propio proceso de curado. A pesar de todas las investigaciones realizadas sobre la química y la tecnología de la curación de la vainilla, **los procesos tradicionales de curación de la vainilla se mantienen**. El proceso de curación o beneficiado es laborioso y se desarrolla en las vainas o granos, lo cual evita la respiración de las vainas, aplicándoles calor para provocar una deshidratación y una lenta fermentación.

Los beneficiadores y productores de vainilla consideran que 5 kg de vainilla verde son requeridos para producir 1 kg de vainilla curada. Los cosechadores mexicanos desarrollaron el proceso de

curado de las vainas con una duración de cinco a seis meses. Las colonias francesas de Madagascar y Comoras desarrollaron el proceso llamado Bourbon.

Una vaina en perfecto estado debe tener un color oscuro y ser muy fragante y flexible, hasta el punto de poder enrollarse en un dedo sin romperse, siendo sinónimo de calidad de la vaina de vainilla. Una vainilla curada puede tener cerca de un 2% de su peso en vainillina, que se visualiza como un polvo blanco.

Recientes investigaciones del perfil químico de los extractos de vainilla, la colocan como el componente principal de las vainas curadas con una concentración del 0.3 al 3% de vainillina, representando un tercio del sabor y olor de los extractos de vainilla. Las vainas beneficiadas de la orquídea de vainilla, además de la vainillina natural, tienen **distintos compuestos volátiles** que, de acuerdo a sus concentraciones, **forman diferentes perfiles aromáticos**. Estas concentraciones aromáticas se correlacionan con factores como la zona geográfica donde se siembra, condiciones climáticas, nutrición de la orquídea y el beneficiado o curado.

### Química de la esencia de la vainilla

Además de la vainillina, el componente principal del sabor y olor de los extractos de vainilla, la esencia tiene otros componentes atribuidos al sabor, como algunos compuestos no volátiles (glucósidos) o macromoléculas, los cuales realzan y complementan el sabor. Como compuestos no volátiles se tienen a todos aquellos que presentan elevado peso molecular como glucosa, sacarosa, piranos, glucósidos y otros compuestos separados o fraccionados por métodos de cromatografía, como la de líquidos de alta resolución (HPLC) o la cromatografía en columna, cuyas estructuras se determinan por un Espectrómetro de Masas (estructura conocida) y/o Resonancia Magnética Nuclear (estructura desconocida).

Este atractivo aroma de la vaina de vainilla, **contiene más de 500 compuestos volátiles**, aunque solo se han aislado e identificado 250 hasta ahora. Se han identificado más de 400 componentes distintos, desde proteínas, azúcares y celulosa, hasta resinas, taninos y minerales. La vaina contiene agua, fibra, azúcares, grasa, aminoácidos y fenoles. La mayoría de los componentes volátiles se



forman de su precursor inmediato o glucósido fenólico al curarse las vainas. La hidrólisis de varios glucósidos origina componentes del tipo monohidroxifenoles, siendo algunos de los componentes fenólicos oxidados a quinonas aromáticas. La molécula de vainillina natural es el componente principal y representa el 25% del sabor y olor de la vainilla.

### Lo esencial de la vainillina

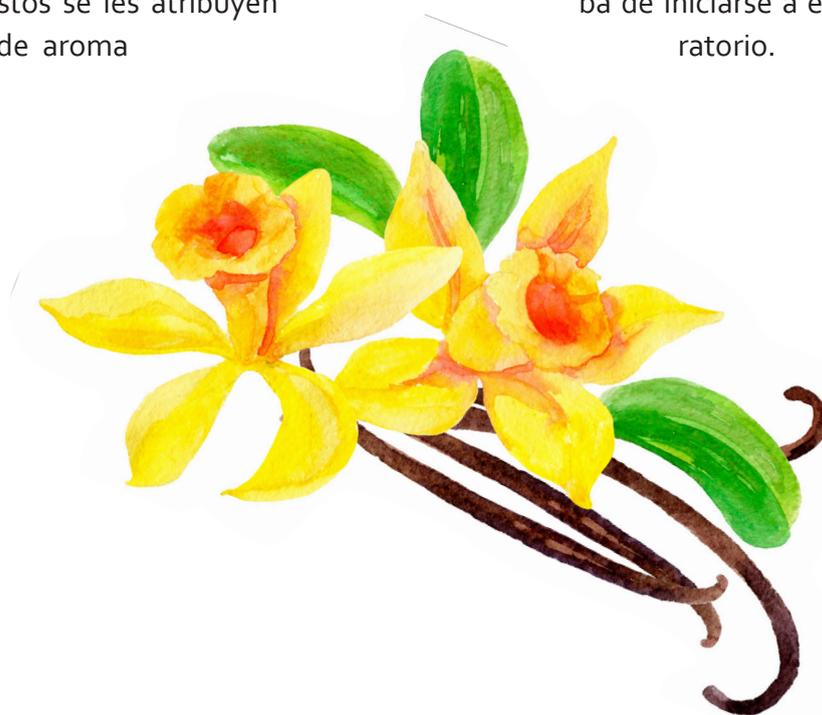
El aroma de la vainilla es mucho más complejo que la simple vainillina que se utiliza para aromatizar. **Su aroma es liberado solo después del curado**, en el cual el glucósido de la vainillina (glucovainillina) se hidroliza enzimáticamente por la beta-glucosidasa, liberando a la glucosa y a su aglicona la vainillina. Pese a esto, se pueden clasificar como componentes volátiles a todos aquellos que se separaron de los diversos extractos de vainilla mediante cromatografía de gases, como la misma vainillina, alcohol vainillínico, ácido vainillínico, ácido anísico, etil hexanoato y p-metoxibenzaldehído, entre otros. A estos compuestos se les atribuyen totalmente las propiedades de aroma

debido a su volatilidad, además del sabor que otorgan a los extractos de vainilla.

Se han analizado diversos extractos de vainilla para determinar los perfiles químicos de autenticidad de estos, a través de la caracterización química de los componentes. La mayoría de los compuestos volátiles son los responsables de la esencia de las vainas de vainilla (carbonilos, alcoholes aromáticos, ácidos aromáticos, ésteres aromáticos, alcoholes alifáticos, ácidos, ésteres, lactonas, hidrocarburos aromáticos, terpenoides, hidrocarburos alifáticos y heterocíclicos), los cuales se pueden separar por cromatografía de gases e identificar por espectrometría de masas.

### Alternativas de producción

El uso de cultivo *in vitro* de células vegetales podría ser una alternativa para aumentar la producción de vainillina. El uso de microorganismos que producen rendimientos de vainillina y compuestos relacionados superiores a 1 g/L, acaba de iniciarse a escala de laboratorio.



Díaz-Bautista, M., Francisco-Ambrosio, G., Espinoza-Pérez, J., Barrales-Cureño, H.J., Reyes, C., Herrera-Cabrera, B.E. y Soto-Hernández, M. (2018). Morphological and phytochemical data of *Vanilla* species in Mexico. *Data Brief.*, Sep. 7(20), 1730-1738. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340918310722>

Díaz-Bautista, M., Marcos Barrientos, F., Sotero Francisco, M.A., Espinoza-Pérez, J., Reyes-Reyes, C., Soto-Hernández, M., Herrera-Cabrera, B.E., López-Valdez, L.G., Montiel-Montoya, J. y Barrales-Cureño, H.J. (2022). Quantification of Vanillin in Fruits of *Vanilla planifolia* by High-Resolution Liquid Chromatography. *Letters in*

*Applied NanoBioScience*, 12(1), 1-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340918310722>

Salazar-Rojas, V.M., Herrera-Cabrera, B.E., Delgado-Alvarado, A., Soto Hernández, M., Castillo-González, F. y Cobos-Peralta, M. (2012). Chemotypical variation in *Vanilla planifolia* Jack. (Orchidaceae) from the Puebla-Veracruz Totonacapan region. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 59, 875-887. [https://www.researchgate.net/publication/237997016\\_Chemotypical\\_variation\\_in\\_Vanilla\\_planifolia\\_Jack\\_Orchidaceae\\_from\\_the\\_Puebla-Veracruz\\_Totonacapan\\_region](https://www.researchgate.net/publication/237997016_Chemotypical_variation_in_Vanilla_planifolia_Jack_Orchidaceae_from_the_Puebla-Veracruz_Totonacapan_region)

# ARTÍCULO

## Los parientes silvestres: Un tesoro de la naturaleza

Mónica Ilsy Jiménez-Rojas y Mariana Chávez-Pesqueira



**Mónica Ilsy Jiménez-Rojas.** Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Unidad de Recursos Naturales. Investigadora-Posdoctorante. Yucatán, México.

[jrmonik@hotmail.com](mailto:jrmonik@hotmail.com)

**Mariana Chávez-Pesqueira.** Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Unidad de recursos Naturales. Yucatán, México.

[mariana.chavez@cicy.mx](mailto:mariana.chavez@cicy.mx)

La domesticación de plantas y animales es un proceso de gran importancia que ha permitido el surgimiento, el desarrollo y el sustento de la civilización humana desde hace más de diez mil años. La palabra domesticación proviene del latín «casa», en el sentido que acerca la naturaleza circundante para satisfacer las necesidades de los seres humanos que la habitan. En el caso de las plantas, el proceso de domesticación inicia con el uso de plantas silvestres que fueron seleccio-

nadas por el ser humano de acuerdo a sus necesidades (selección artificial). A lo largo del proceso, las especies sufren cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos, conocidos como síndromes de domesticación y que distinguen a las plantas domesticadas de sus parientes silvestres.

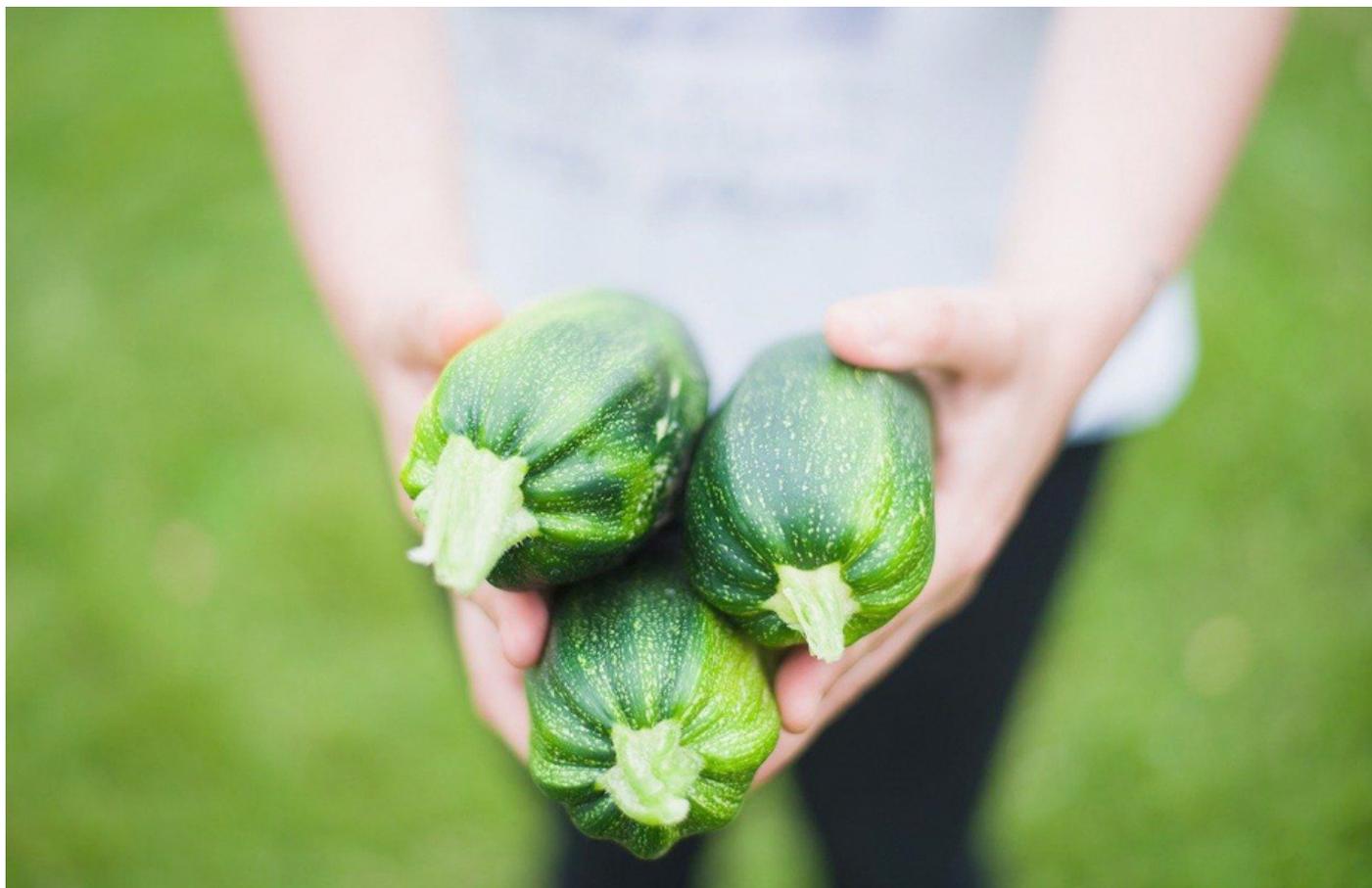
Un ejemplo muy conocido sobre domesticación es el de **la planta del maíz (*Zea mays*)** que fue **domesticada a partir del teocintle**, su pariente silvestre y del que han derivado las diversas razas de maíz que conocemos y consumimos hoy en día. El teocintle, como todos los parientes silvestres de especies domesticadas, fue la base para que pudiera iniciar el proceso de domesticación, por lo cual, en este artículo nos centraremos en la importancia de los parientes silvestres de las especies domesticadas, con el fin de promover su conservación y el importante papel que pueden tener en el mejoramiento de los cultivos, favoreciendo la seguridad alimentaria.

### ¿Quiénes son los parientes silvestres de las especies domesticadas?

Podemos definir a los parientes silvestres como aquellas plantas que tienen algún tipo de relación genética con la especie domesticada, incluyendo otras especies que tienen algún grado de relación genética, aunque en algunos casos, los parientes silvestres y las plantas domesticadas pertenecen a la misma especie. Debido a su parentesco, **los parientes silvestres pueden aportar material genético a sus parientes domesticados**, en consecuencia, han evolucionado por miles de años en la naturaleza y bajo diferentes limitaciones del ambiente, poseen muchas adaptaciones que pueden ser de gran utilidad para desarrollar variedades más productivas, tolerantes y nutritivas, además de aportar a la seguridad alimentaria en el futuro.

Casi todas las especies de plantas que se han domesticado tienen uno o más parientes silvestres que aún viven (en algunos casos los parien-





tes silvestres se han extinto), por lo que también representan el reservorio genético natural de las especies, ya que contienen una mayor diversidad genética en comparación a sus contrapartes domesticadas, quienes sufren una gran **pérdida de diversidad genética durante el proceso evolutivo** de la domesticación. Esta pérdida de diversidad genética es ocasionada por el cuello de botella que se origina por la selección (humana) de solo algunos individuos que posean las características deseadas. Posterior al cuello de botella ocurre el efecto fundador que se refiere a que solo a partir de los pocos individuos seleccionados, se generarán las nuevas variedades domesticadas.

Los parientes silvestres **se han adaptado a diversas condiciones** sin la intervención humana durante milenios, razón por la cual contienen una gran variedad de adaptaciones a diferentes factores bióticos (como plagas y enfermedades) o **abióticos** (como temperaturas extremas, sequías, entre otros). Es por ello que los parientes silvestres representan un acervo genético importante que puede clasificarse dependiendo de su nivel de

parentesco con su contraparte domesticada en: a) primario, b) secundario, y c) terciario.

El **acervo genético primario** está constituido por especies que se pueden cruzar directamente con la planta domesticada y producir una progenie fértil, en este grupo se encuentran las diferentes variedades del cultivo y la especie a partir de la cual se originaron. El **acervo genético secundario** representa a las especies que tienen dificultad para formar híbridos fértiles con las plantas cultivadas, debido a que generalmente existen diferentes barreras reproductivas entre ellas, y si estos se forman son débiles. Finalmente, el **acervo genético terciario** se compone de especies que pueden intercambiar material genético con el cultivo solo mediante el empleo de técnicas modernas de reproducción asistida y de fitomejoramiento.

Durante varios años, los agricultores han seleccionado características útiles de los parientes silvestres de las especies domesticadas para la mejora de sus cultivos. En ocasiones, ubican sus cultivos cerca de poblaciones naturales de sus pa-

rientes silvestres para fomentar el cruce natural y exista un intercambio de genes. Sin embargo, en otras ocasiones, los agricultores evitan el intercambio de genes para que las variedades que se tienen no pierdan su pureza genética.

Los parientes silvestres de las especies domesticadas **se han utilizado en programas de mejoramiento de cultivos** durante más de cien años, logrando la identificación de genes para la mejora en diferentes cultivos como plátano, cebada, frijol, yuca, garbanzo, maíz, lechuga, avena, papa, arroz, caña de azúcar, girasol, tomate, trigo, papaya, manzana, entre otros.

### ¿Qué amenazas enfrentan los parientes silvestres de especies domesticadas?

Los parientes silvestres de las especies domesticadas están cada vez más expuestos a diversas amenazas, muchas de ellas **antropogénicas**, es decir, vinculadas a las actividades humanas. Entre las principales amenazas a su existencia están: 1) El uso insostenible de los recursos naturales; 2) La reducción del hábitat natural para la producción

agrícola, el desarrollo industrial o la expansión urbana; 3) La destrucción, degradación, homogeneización y fragmentación de los hábitats; 4) Los cambios en las prácticas agrícolas y en el uso de la tierra; 5) La introducción de especies exóticas (otras plantas, animales o microorganismos) que pueden competir con las especies nativas, hibridarse con ellas, o causarles daños físicos o biológicos que puedan ocasionarles la muerte; 6) Los desastres naturales, como las inundaciones, los corrimientos de tierras y la erosión del suelo; y 7) El cambio climático.

### Los parientes silvestres de las especies domesticadas ante el cambio climático

En los últimos años se ha reconocido el gran valor de los parientes silvestres de las especies domesticadas en la **seguridad alimentaria**. En ellos se sustenta una gran oportunidad para que la agricultura pueda **responder ante el cambio climático** y el impacto negativo que se prevé para muchos cultivos, como condiciones de sequía extrema, aumentos en las precipitaciones, así como





un incremento de plagas, enfermedades y otras condiciones adversas. Por lo tanto, los parientes silvestres de las especies domesticadas se perfilan como los candidatos idóneos para contrarrestar la reducida base genética de las plantas cultivadas y su vulnerabilidad ante posibles adversidades. En el caso de parientes silvestres, se ha observado que a niveles elevados de CO<sub>2</sub>, como los esperados en escenarios de cambio climático, los parientes silvestres producen menos frutos y semillas, lo que aumenta su **riesgo de extinción**.

Otros estudios han demostrado que el 35% de los parientes silvestres están amenazados de extinción a causa de la fragmentación de su hábitat natural, cambios en los métodos agrícolas tradicionales que son reemplazados por la mecanización y el uso desmedido de herbicidas y plaguicidas. Otras causas que ponen en riesgo a los parientes silvestres son las especies invasoras y las plagas, la contaminación por cultivos genéticamente modificados, la recolección excesiva y la deforestación.

Dadas todas las amenazas que enfrentan y su gran valor como recursos genéticos, resulta de

suma importancia conocer y **salvaguardar a los parientes silvestres de las especies domesticadas**, ya que la conservación permite su uso para ampliar la base genética de los cultivos modernos, lo que ayudará a que los sistemas agrícolas puedan responder a los impactos y consecuencias del cambio climático. Por lo tanto, evaluar el impacto potencial del cambio climático en los parientes silvestres de las especies domesticadas con el fin de desarrollar respuestas de conservación adecuadas, es una actividad **clave para sostener la producción agrícola en el futuro**.

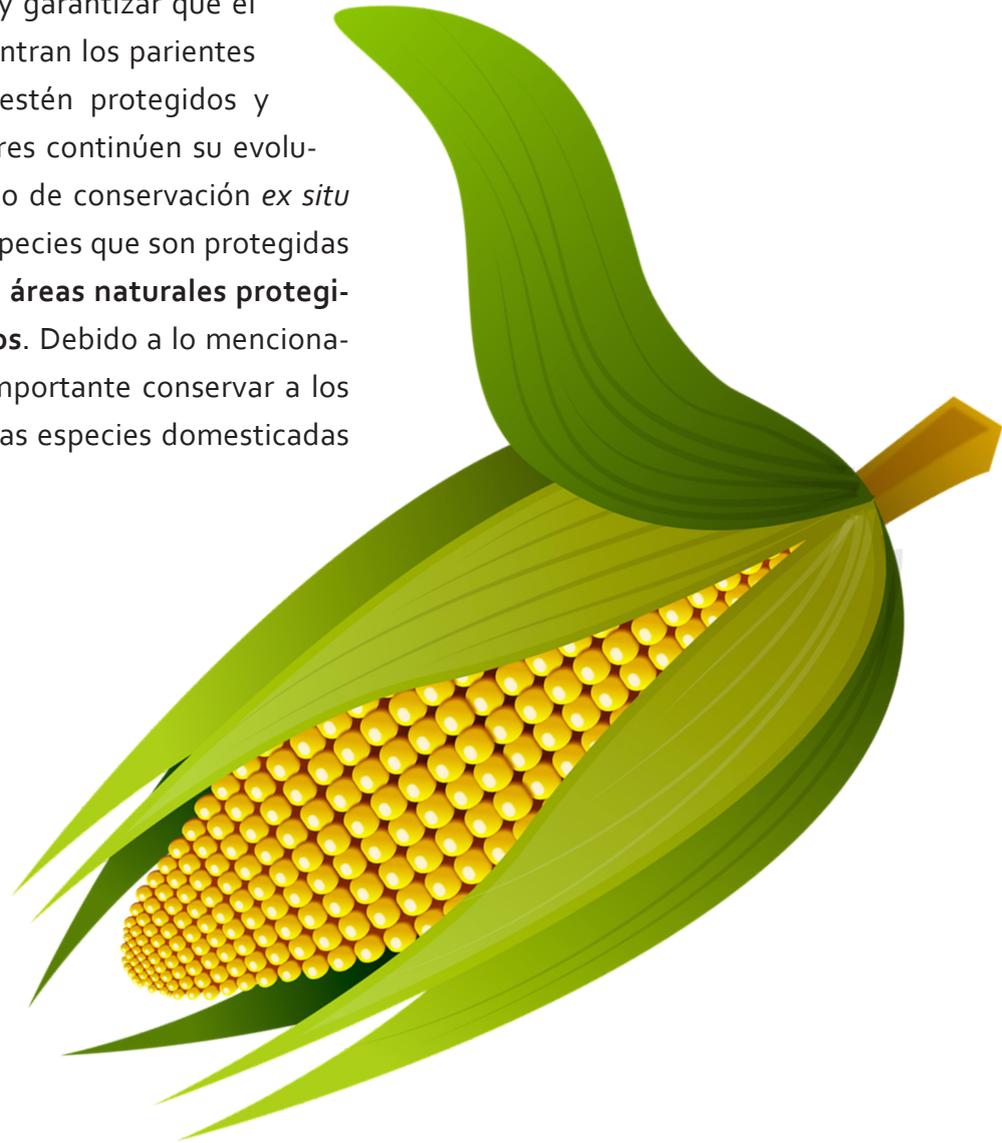
Entre las estrategias para la conservación de los parientes silvestres de las especies domesticadas se encuentran la **conservación *in situ* y *ex situ***. Una estrategia de conservación *ex situ* muy utilizada, es la recolección de semillas de parientes silvestres de las especies domesticadas para su conservación en bancos de germoplasma. Esto ha facilitado enormemente su conocimiento, conservación y uso.

La conservación *in situ*, es decir, en su ambiente natural, permite que las especies sigan evolucionando naturalmente y que puedan surgir

nuevas variaciones que les permitan adaptarse a cambios en las condiciones ambientales y a las interacciones con otras especies.

Por lo tanto, se necesita un enfoque de conservación *in situ*, complementado con colecciones *ex situ* para mantener un reservorio mayor de diversidad genética y garantizar que el hábitat donde se encuentran los parientes silvestres de cultivos, estén protegidos y que las especies silvestres continúen su evolución natural. Un ejemplo de conservación *ex situ* es la que se da en las especies que son protegidas en **parques nacionales, áreas naturales protegidas o jardines botánicos**. Debido a lo mencionado anteriormente, es importante conservar a los parientes silvestres de las especies domesticadas

y la diversidad genética que contienen con el fin de mantener su existencia y utilidad en el mejoramiento de los cultivos que favorezcan la seguridad alimentaria.



CONABIO. (2020). La evolución bajo domesticación. *Biodiversidad Mexicana*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion>

CONABIO. (2020). Los parientes silvestres de cultivos mexicanos. *Biodiversidad Mexicana*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://>

[www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/psilvestres-cultivosmx](https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/psilvestres-cultivosmx)

Dempewolf, H., Baute, G., Anderson, J., Kilian, B., Chelsea, H. y Guarino, L. (2017). Past and future use of wild relatives in crop breeding. *Crop Science*, 57(3), 1070-1082. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2135/cropsci2016.10.0885>

# ARTÍCULO DE PORTADA

## El Efecto Mozart ¿Música para hacerte más inteligente?

Cederik León de León Acuña







<https://pixabay.com/es/photos/m%C3%basica-auriculares-ni%C3%b1os-juntos-5373440/>

### ¿Habrá una receta, casi milagrosa, que te haga más inteligente?

Una receta que, al seguirla al pie de la letra, su resultado sería la de aligerar la ignorancia y desvelar secretos del pensamiento, mejorar las habilidades cognitivas, tener la claridad de pensamiento y alivianar la pesada carga que, para algunos, significa estudiar, aprender y razonar. Una receta que te ayude a percibir el entorno de manera eficiente para la toma de una que otra decisión crítica en la vida, pasar un examen no solo de panzazo sino con excelentes notas, realizar trabajos intelectuales con fluidez y de manera notable.  Qu  tal que te dijeran que, con escuchar solo diez minutos de música, t  te harías más inteligente?,  Qu  hay de cierto en lo que han llamado desde hace un par de décadas como el "Efecto Mozart"?, es de esto que te hablar  en este artículo.

Buscar mejorar nuestra habilidades intelectuales y hacernos más inteligentes ha sido, para muchos, tema del día a día. Algunas personas eligen estudiar de manera concienzuda sus temas de interés y desarrollar sus capacidades, empleando técnicas de estudio variada, mismas que resultan

cómodas y con resultados probados. Otras personas dedican horas y horas al ejercicio de la memoria, desvelos y días interminables en escritorios, salas de estudio o consumiendo libros, notas de clase y realizando ejercicios para el desarrollo de habilidades y aprendizaje. Algunas personas buscan atajos para lograr adquirir conocimiento y lograr desarrollar el intelecto para lograr ser más inteligentes.

### La inteligencia inmediata

El adjetivo inteligente **depende del contexto y/o de la propia percepción de cada individuo**, sin embargo, nos quedaremos con lo que obtenemos de la Real Academia Española (RAE) al buscar «inteligencia» e «inteligente»: una persona que tiene la capacidad de resolver, de entender o comprender. Normalmente, las personas que consideramos inteligentes son aquellas que resuelven problemas y tienen la capacidad de aprender o comprender algo de manera notable. Casi siempre terminamos comparando la inteligencia de alguien con respecto a nuestras propias habilidades y capacidades. Esta percepción resulta **subjetiva** y no necesariamente correcta.

### Música e inteligencia

La música no se ha escapado a tales fenómenos propios del consumismo y hasta de las teorías de la conspiración que involucran proyectos con música y superdotados. Con seguridad ha escuchado afirmaciones como «Escuchar tal pieza musical, durante diez minutos al día, te hará más inteligente». Algunas personas han dedicado sesiones musicales enteras para los nonatos, afirmando que la inteligencia del futuro Ser humano se encontrará por encima del promedio de aquellas personas que no fueron sometidas a sesiones musicales intensas similares. Otras personas afirman que antes de un examen se ponen a escuchar música clásica y sacan notas sobresalientes (donde, comúnmente, lo que llaman música clásica no es música clásica).

### Desear querer ser

La creencia difundida de que escuchar Mozart te hará más inteligente, que poner música de Mozart al bebé (aún en el vientre materno) le desarrollará el intelecto en su vida, o que escuchar obras compuestas por Mozart, antes de un examen ga-

rantizarán una calificación aprobatoria, son temas que se han arraigado en la cultura popular. En algunos casos, esto obedece a cuestiones de mercado en los cuales la venta de una selección musical solo se podría lograr si se le confieren propiedades especiales y explicaciones pseudocientíficas. Encontramos títulos tales como: «Música para ser más inteligente», «Música para vencedores», «Música para que tu niño sea un triunfador», «Música para tu cerebro».

Los productos, actividades y servicios que prometen resultados milagrosos, apelan a la buena voluntad, la fe, la necesidad de creer en poderes más allá del entendimiento y, sobre todo, utilizan la **ignorancia de las personas**.

Hay música, no solo de Mozart, que algunas personas afirman te hará más inteligente con solo escucharla diez minutos al día. Para esto, y convenientemente, la selección está constituida con obras musicales que tienen esa duración o, en su defecto, mutilan las obras cuya duración excede esos diez minutos.



<https://pixabay.com/es/fotos/embarazada-mam%c3%a1-fotos-de-embarazadas-2324167/>

## El Efecto Mozart

La música no se escapa a ser utilizada en productos que se aprovechan de la ignorancia y, en ocasiones, de la voracidad por encontrar un camino fácil para lograr hacernos más inteligentes.

En 1991, Alfred A. Tomatis publicó el libro *Pourquoi Mozart*, es un ensayo donde se aborda el tema, de manera puntual, sobre la música de Mozart y como esta ayudaba en los procesos terapéuticos que fueron aplicados a sus pacientes; podía curar a aquellos que presentaban casos de depresión.

Posteriormente, en 1993, la *Revista Nature* publicó correspondencia científica titulada «Music and spatial task performance» (Música y el desempeño en tareas espaciales), ahí se describen los resultados obtenidos en un **estudio realizado a tres grupos de personas** para indagar la correlación que parece existir entre algunas funciones cerebrales,



como las relacionadas con las operaciones abstractas, el razonamiento matemático y espacial. En sus estudios, a un grupo de personas les pusieron a escuchar durante diez minutos música de Mozart, el concierto para dos pianos en Re mayor, K488; al segundo grupo le pusieron a escuchar música para «relajarse»; y al tercer grupo solamente silencio. Fueron treinta y seis estudiantes los que participaron en la prueba.

El grupo que escuchó Mozart presentó mejores resultados en comparación con los que solo escucharon música para «relajarse», y el grupo que se mantuvo en silencio, entre estos dos últimos grupos realmente no hubo diferencia. Por otro lado, cabe resaltar lo siguiente: Aunque hubo diferencias evidentes, estas no resultaron ser impresionantes, por otro lado, el efecto no duró más de diez o quince minutos; los autores dicen que será necesario **incorporar más elementos al estudio** tal como el tiempo que pasó entre que dejaron de escuchar la música o el silencio y el momento en el que comienzan las pruebas. También mencionan que deberán **utilizar más música y de diferentes autores**. Encontraron que la música con patrones repetitivos y carente de complejidad (también habrá que ver qué significa esto de carente de complejidad) lejos de ayudar, interfiere.

Si nos damos cuenta, en ningún momento se menciona el «Efecto Mozart», de hecho los autores nunca mencionaron un efecto «Efecto Mozart», y la pieza elegida, el concierto para dos pianos en Re mayor fue elegida de manera arbitraria. Así como eligieron esa obra musical, hay otras tantas, ya sea del mismo Mozart o de otros compositores de probada trayectoria y producción en diversas épocas.

## Fenómeno mediático

En revistas del mundo del entretenimiento se han publicado notas con titulares del tipo: «Efecto Mozart», «investigadores han determinado que escuchar a Mozart realmente te hace más listo». De ahí, como punto de partida, nacieron **iniciativas basadas en la investigación sobre el «Efecto Mozart»**, cabe resaltar que la investigación original no se llamó «Efecto Mozart». Por un lado, en la industria musical se valieron de este fenómeno utilizándolo como una **herramienta de mercadotecnia**, mientras que en algunas escuelas privadas fue utilizado como una herramienta política. En 1998 el gobernador de Georgia regaló un casete o un disco compacto (CD) de música clásica a cada madre primeriza que diera a luz en el estado. Lo mismo sucedió en Dakota del Sur, Texas, y Tennessee, la Acade-

mia Nacional Americana de las Artes y Ciencias hizo un regalo semejante a todas las madres. En Florida existe una ley obliga a que todos los niños con edades inferiores a cinco años escuchen en sus colegios treinta minutos diarios de música clásica.

¡En 2001 apareció una revisión del llamado «Efecto Mozart»! en la revista "*Journal of the Royal Society of Medicine*", escrito por J. S. Jenkins, donde actualiza el estado en el que se encuentra este tipo de información en el mundo científico. En la

revisión se afirma que, **hay un efecto en algunos individuos**, no en todos. Que no solo la música de Mozart produce una mejora, sino que la música de otros autores también, en la revisión menciona una lista de compositores del repertorio clásico, no aparecen músicos con producción popular, ni de *new age*, ni producciones realizadas para «meditar» o «relajarse». De toda la literatura científica relacionada con el «Efecto Mozart» existente hasta entonces (2001), **no se ha encontrado evidencia científica de que dicho efecto sea cierto.**



**Cederik León de León Acuña**, Doctor en Ciencias, en el área de Física Aplicada, por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Maestro en Ciencias en Ingeniería Física, y Licenciado en Ciencias Físico Matemáticas, ambos por la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Sus áreas de trabajo son la Física de partículas y astropartículas, especialmente el estudio de "Destellos de rayos gamma" (GRBs), así como de "Chubascos atmosféricos inducidos por rayos cósmicos" y física computacional. Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

*cederik.de.leon@umich.mx*



Tomatis, A. (1991). Pourquoi Mozart?: essai. Editor Fixot. ISBN 2876451077. 9782876451070

Rauscher F., Shaw G. y Ky C. (1993) Music and spatial task performance. *Nature* 365, 611. <https://doi.org/10.1038/365611a0>

Sorensen L. (2008) «Mozart on the Brain.» *Cognition & Language: Birth to Eight*: 290:522

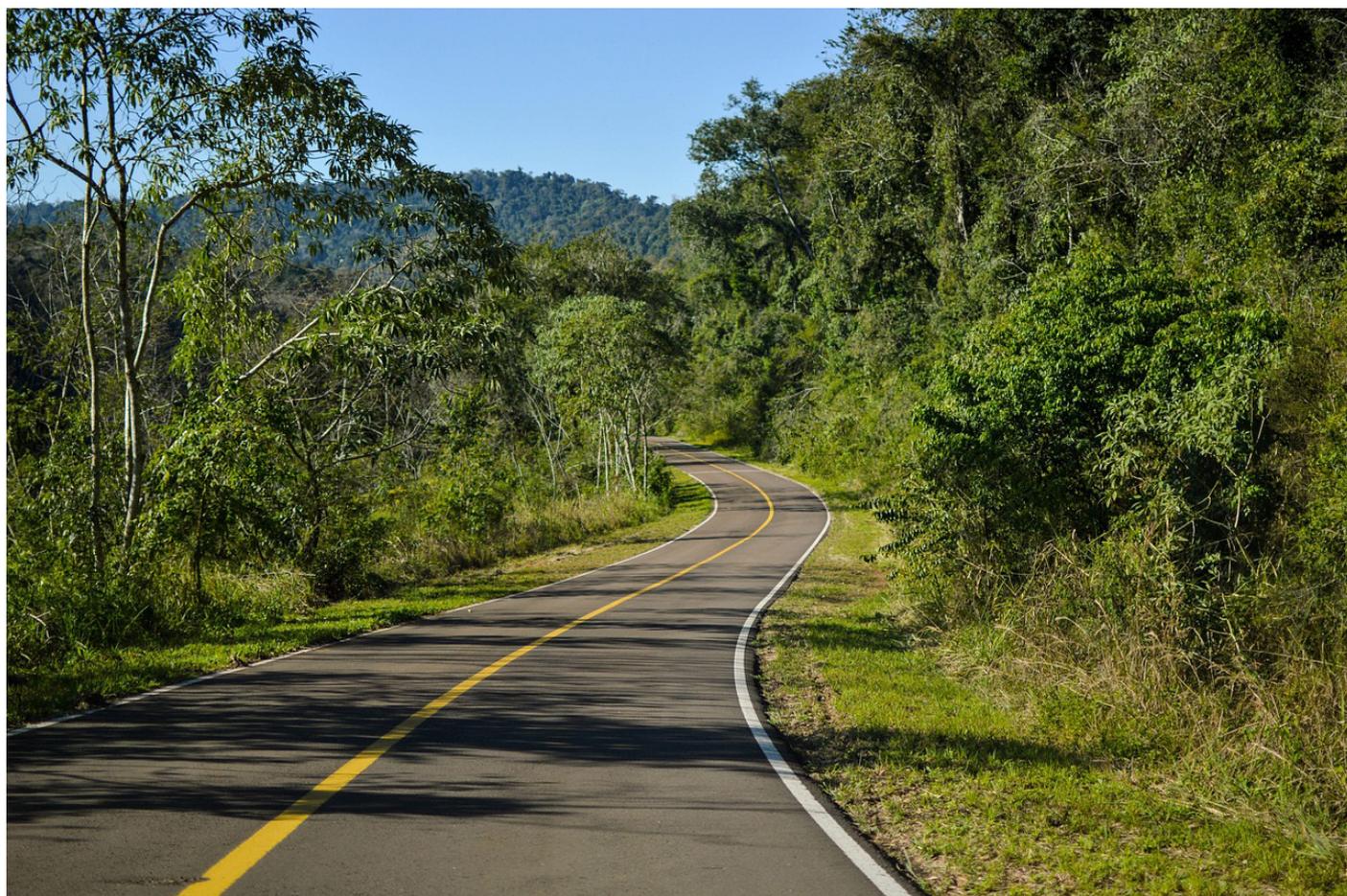
Estatutos de Florida. Capítulo 411, Sección 0106 - 2012 <https://www.flsenate.gov/laws/statutes/2012/411.0106>

Jenkins J.S. (2001). The Mozart Effect. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94(4), 170–172. <https://doi.org/10.1177/014107680109400404>

# ARTÍCULO

## ¿Sabes qué te dice ese paisaje?

Susana Maza Villalobos Méndez



<https://pixabay.com/es/photos/la-carretera-naturaleza-viaje-6774756/>

**Susana Maza Villalobos Méndez.** CONACYT-ECOSUR. Grupo de Agroecología, Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. Chiapas, México.  
[smazavm@gmail.com](mailto:smazavm@gmail.com)

Cuando era niña viajaba en carretera con mis padres y me encantaba observar por la ventana el verdor de los bosques, era como estar frente a un mar verde que se perdía entre las montañas. Ahora de adulta viajo nuevamente por esas carreteras y todo es diferente, ese mar verde de bosques o selvas casi ha desaparecido. Si tengo suerte a veces solo veo pequeñas islas esmeraldas perdidas entre cultivos, zonas deforestadas, casas y caminos. Cuando veo una mancha verde tengo

que poner mucho cuidado, la mayoría de veces esas manchas son **grandes extensiones de monocultivos**, como la palma africana en la costa de Chiapas o las huertas de aguacate en Michoacán.

Desafortunadamente estos escenarios de transformación no son únicos para las carreteras que recorro. **La deforestación y la degradación** de bosques y selvas en el mundo son alarmantes y representan una de las **principales causas de la pérdida de biodiversidad** en el planeta. Además, la fauna, flora y demás biodiversidad que antes existía en esas grandes extensiones de bosques o selvas, ahora tienen que subsistir en fragmentos cada vez más pequeños y aislados, y desafortunadamente muchas especies no logran permanecer y desaparecen.

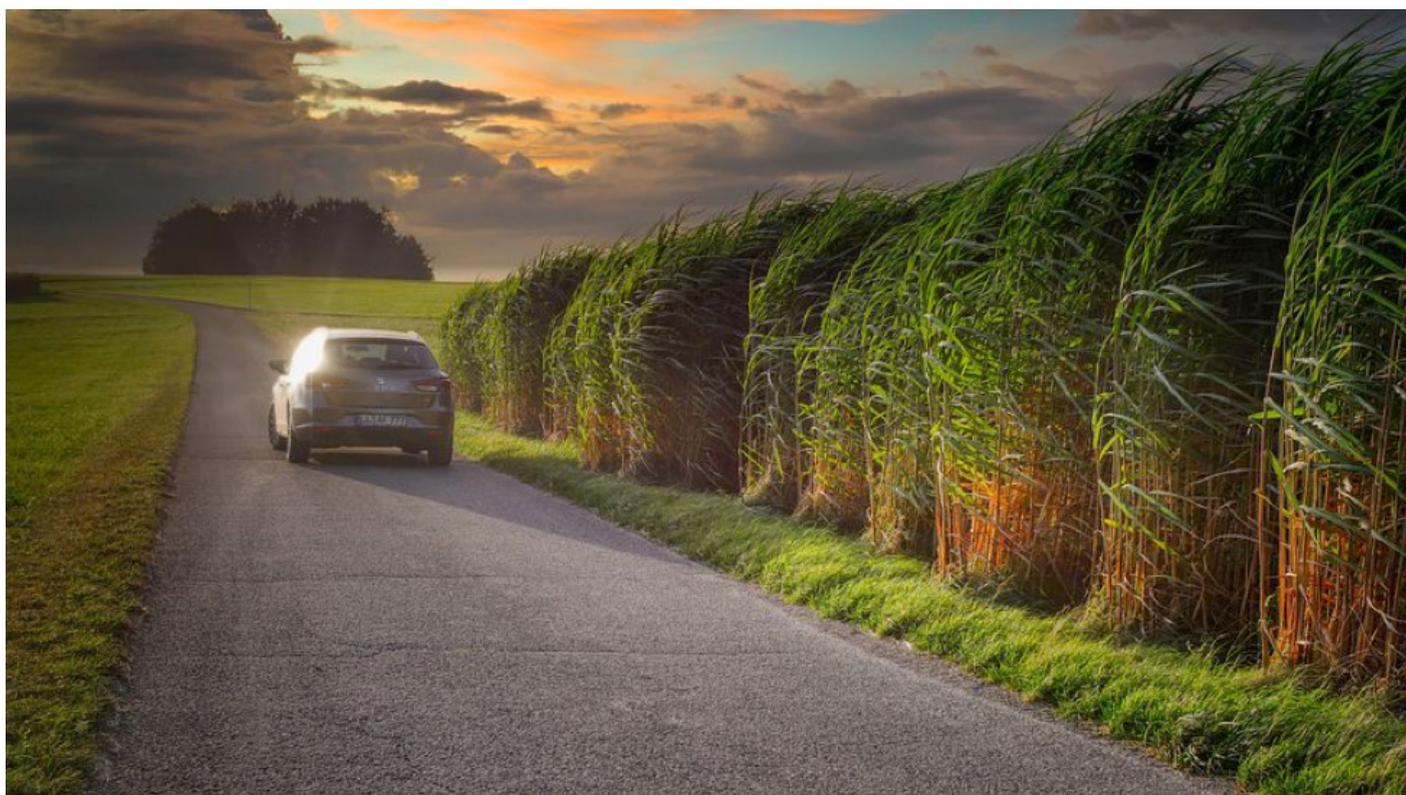
La deforestación y la transformación de los ecosistemas naturales no se da de manera ordenada, como cuando partimos un pastel en rebanadas continuas, una detrás de otra, y en donde todas tienen un tamaño similar. Por el contrario, la cantidad de área que se transforma varía tanto de forma como de tamaño, y las nuevas actividades que se desarrollan en esos lugares también son muy variadas, pudiendo ser campos ganaderos, cultivos de sombra, monocultivos, establecimiento de viviendas, cercas vivas, caminos, granjas, etc.,

las cuales a veces comparten escenario con otros elementos naturales como ríos, lagos, lagunas y demás. Como resultado de esta transformación, lo que antes veíamos como un paisaje continuo de vegetación conservada, ahora es una especie de mosaico irregular, en donde se encuentran diferentes tipos de cobertura o uso de suelo.

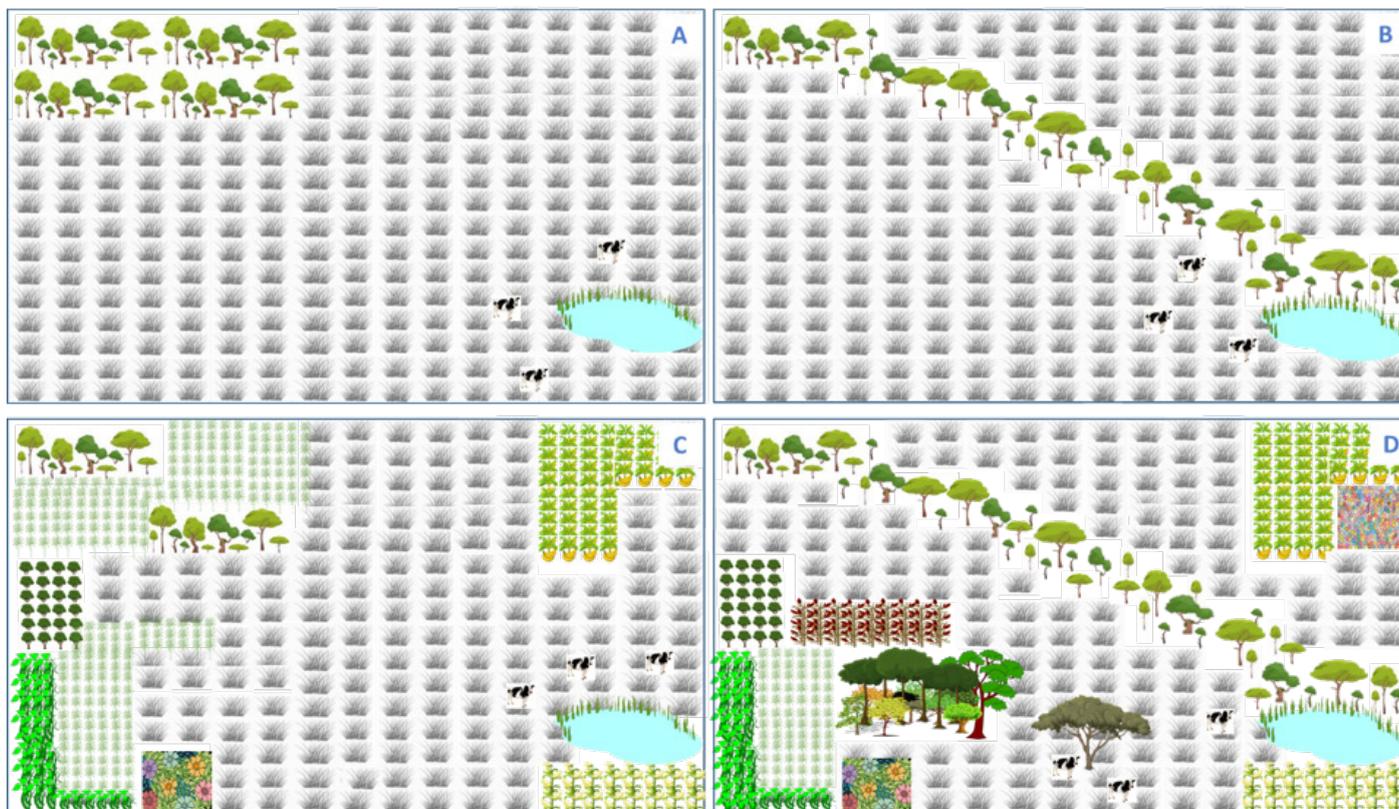
### Ecología del paisaje

La ciencia que se encarga de estudiar los efectos de los cambios en el paisaje sobre la biodiversidad, desde diversidad genética hasta diversidad de funciones ecosistémicas, se llama **ecología del paisaje**. El paisaje puede definirse, de manera general, como una porción de territorio que puede estar compuesto por varios tipos de vegetación o usos de suelo. Al decir uso de suelo nos referimos a las actividades que se desempeñan en un área determinada, como: asentamientos humanos, caminos, zonas deforestadas, cultivos, actividades ganaderas, incluyendo vegetación conservada o perturbada, así como ríos, lagos, lagunas, montañas, etc.

De manera general podemos hablar de dos características del paisaje, su **composición** (tipos y cantidades de coberturas o usos de suelo) y su **configuración** (distribución espacial, tamaño,



[https://cdn.pixabay.com/photo/2020/08/28/16/31/road-5525003\\_\\_480.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2020/08/28/16/31/road-5525003__480.jpg)



Escenarios hipotéticos de un paisaje modificado por actividades agropecuarias (Elaboración propia).

forma, número de unidades de las diferentes coberturas o usos de suelo). Dependiendo como sea la composición y configuración del paisaje, la respuesta de la biodiversidad puede variar. Veamos unos ejemplos. En la siguiente figura, los escenarios A y B tienen la misma **composición**, es decir la misma cantidad de bosque (+ 15%) y la misma cantidad de pastos para ganado (+ 85%), pero la **configuración** es diferente. Mientras en el escenario A, el bosque está distribuido en un bloque (forma) y en un extremo del paisaje (distribución espacial), en el escenario B el bosque forma una especie de corredor que se distribuye atravesando el pastizal. Ahora bien, imagina que eres una ardilla, un roedor o cualquier otro animalito del bosque, que como cualquier otro ser vivo necesita de agua para vivir y trata de contestar ¿en cuál de estos dos escenarios crees que sería mejor vivir, A o B? Posiblemente el escenario B sea mejor, porque ese corredor de vegetación te permitiría atravesar el pastizal hasta la fuente de agua, con mayor protección ante tus depredadores; por ejemplo, para las aves rapaces sería más fácil ubicarte si caminas sobre el pastizal que si lo haces dentro del bosque. En algunos trabajos realizados en las selvas tropicales lluviosas de Los Tuxtlas en Veracruz y de la Selva Lacandona en Chiapas, algunos ecólogos del

paisaje han demostrado que en paisajes en donde existen pequeños fragmentos o pedazos de selva y corredores de vegetación existe movimiento de monos aulladores, quienes usan esos corredores para buscar alimento.

Si bien los escenarios A y B son posibles de ver en la realidad, los paisajes en el trópico suelen ser más complejos, como los mostrados en los escenarios C y D, los cuales tienen diferente composición y configuración. En el escenario C la cantidad de bosque se ha reducido y por lo tanto han aumentado las zonas de actividades agropecuarias (cultivos y ganado). También observamos que, mientras en el escenario C la mayoría de cultivos son herbáceos y hay una dominancia de cultivo de palma, en el escenario D hay otros cultivos diferentes, e incluso cultivos que integran árboles (como los sistemas agroforestales de cacao y café de sombra). Incluso, en el escenario D observamos un árbol aislado, el cual además de darle sombra al ganado y a los trabajadores del campo, proporciona refugio a una amplia diversidad de animales y plantas, y nutrientes al suelo. Después de describir estos escenarios, ahora piensa que eres un árbol de la selva, de frutos carnosos, que necesita de insectos para ser polinizado (ej. abejas) y de mamíferos y aves para dispersar tus semillas (es

decir para que tus semillas lleguen a otros lados y se establezcan).

### En ¿cuál de todos los escenarios te convendría vivir, A, B, C o D?

Si vives en el escenario A, es muy probable que tus flores sean polinizadas solo por las abejas que viven en ese fragmento de bosque y que tus semillas no alejen mucho de ese pedazo de vegetación. En el escenario B, la distancia que tus semillas podrán recorrer será mayor siempre y cuando los dispersores usen el corredor para moverse. En el escenario C, tu hábitat (es decir el bosque donde vives) se ha reducido y dividido en dos fragmentos pequeños que está rodeados de palma y de pastizal, en este escenario es probable que también tus polinizadores se hayan reducido en número (ej., **reducción poblacional**) lo cual reduce los eventos de polinización para tus flores. En relación con tus semillas es probable que algunos de tus dispersores, por ejemplo, algunos roedores, se aventuren a caminar bajo la copa de las palmas y así llevar tus semillas de un fragmento de bosque a otro, e inclusive a zonas de palma o de otros cultivos donde los roedores se sientan protegidos.

Finalmente, en el escenario D, además de tener el corredor de vegetación a lo largo del pastizal, el ambiente que está alrededor (lo que los especialistas llaman **matriz circundante**) está conformado por una variedad más amplia de usos de suelo, en comparación con los escenarios A, B y C. En la matriz del escenario D es posible que las abejas que polinizan tus flores encuentren otras fuen-

tes de alimento en la diversidad de cultivos que hay (ej., polen y néctar de las huertas de mango), lo cual les permite adaptarse a este paisaje transformado. Esta misma matriz puede proporcionar alimento y refugio a tus dispersores de semillas, quienes se moverán con mayor facilidad y seguridad entre las diferentes unidades de uso de suelo, llevando consigo tus semillas.

Algo muy importante en los estudios de ecología del paisaje es **la escala**, es decir, la extensión territorial en la cual se van a manifestar los fenómenos o los organismos de nuestro interés, debido a esto la **escala espacial** depende de nuestro estudio. Por ejemplo, si queremos conocer cuáles son las fuentes de alimentación (ej., especies de plantas que usan para obtener polen y néctar) de algún animal, no podemos usar la misma escala de estudio para la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) que se mueve cerca de 100 m alrededor de su nido, que para la abeja europea (*Apis mellifera*) que tiene un rango de vuelo de más de 12 km entorno a su colmena; aunque los dos son insectos, cada especie tiene un comportamiento diferente.

### Biodiversidad, conservación y paisajes

Conocer y entender cómo funcionan y se relacionan los diferentes elementos de un paisaje para el **mantenimiento de la biodiversidad**, lo que incluye servicios ambientales como: la protección del suelo, la recarga de acuíferos, la producción de alimentos, el mantenimiento de polinizadores, la atenuación de plagas, etc., nos proporciona herramientas muy valiosas para la **creación de mejores**



A) Pecarí de collar (Pecarú tajacu); B) Ocelote (*Leopardus pardalis*). Fotografías: Sergio Nicasio-Arzeta.

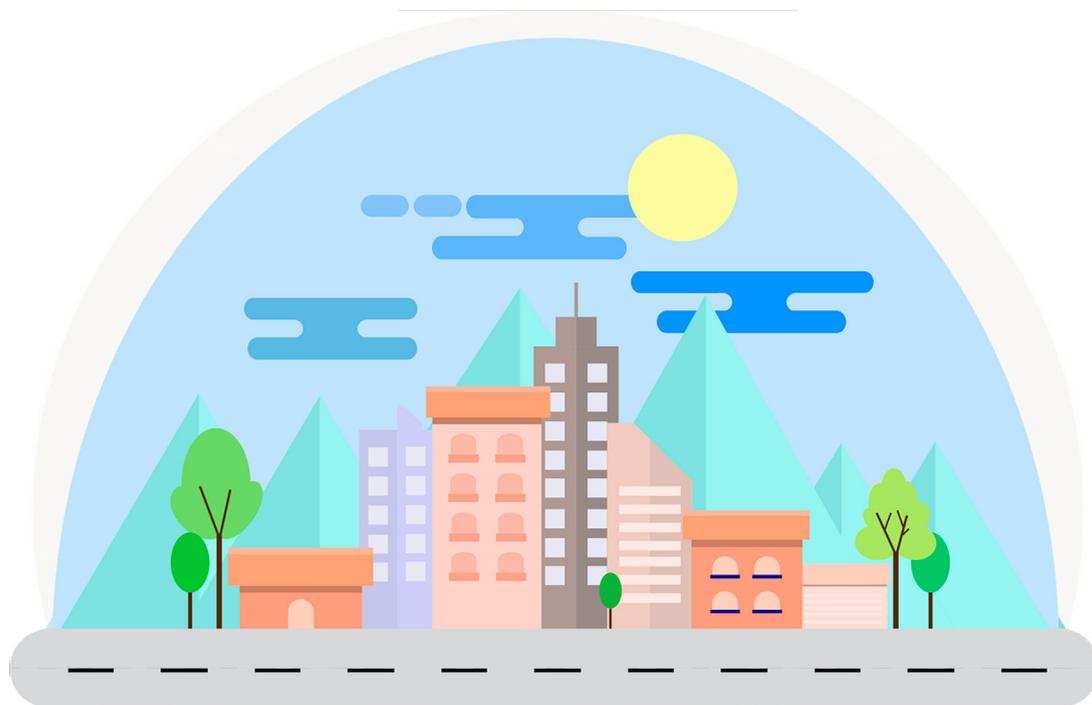
**estrategias** para el manejo de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y el ordenamiento territorial. En las siguientes imágenes, tomadas en cámaras trampa, podemos ver a una pecarí de collar (*Pecaru tajacu*) (A) y a un ocelote (*Leopardus pardalis*) (B), registrados en fragmentos (90 ha) de selva adyacente a la Reserva de la Biósfera de Montes Azules, Chiapas. (Crédito: Sergio Nicasio-Arzeta)

Aunque hace falta mucho que explorar sobre la ecología del paisaje, los expertos mencionan que la mejor forma de mantener la biodiversidad es a través de la **conservación de sus hábitats**, por ejemplo, con áreas naturales protegidas. Sin embargo, ante la realidad que tenemos de ambientes transformados, algunas **técnicas de enriquecimiento** podrían atenuar un poco los efectos negativos de esta deforestación y degradación ambiental, como puede ser la presencia de árbo-

les aislados, el uso de cercas vivas con diferentes especies de árboles para delimitar los terrenos, las actividades agroforestales, el enriquecimiento de parcelas con flora nativa para los polinizadores y otras más.

En tu próximo viaje por carretera o avión, te invito a mirar tu entorno con otros ojos, observa el paisaje, sus diferentes unidades, las formas y disposición de éstas y piensa en todas las implicaciones que esta transformación tiene en el ecosistema.

**Agradecimiento:** Al proyecto "Moderación del paisaje sobre patrones de biodiversidad: contribución a la teoría ecológica del paisaje" (320718) financiado por Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022, de CONACYT.



Arroyo-Rodríguez V., Moren, C.E. y Galán-Acedo C. (2017). La ecología del paisaje en México: Logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.004>

Arroyo-Rodríguez V. (2018). Ecología de paisajes fragmentados, una disciplina científica de gran valor teórico y aplicado. *Boletín de la UNAM*, campus Morelia, 72,

1-3. [http://www.morelia.unam.mx/vinculacion/boletines/72\\_2018%20mar-abr.pdf](http://www.morelia.unam.mx/vinculacion/boletines/72_2018%20mar-abr.pdf)

García D. (2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: Nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas*, 20, 1-10. <https://www.re-dalyc.org/pdf/540/54022121001.pdf>

## ARTÍCULO

## Conectar paisajes para conservar su biodiversidad

Edgar G. Leija y Manuel E. Mendoza



[https://pixabay.com/es/photos/search/%C3%A1rea%20protegida/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/%C3%A1rea%20protegida/?manual_search=1)

**Edgar G. Leija.** Investigador Posdoctoral CONACYT, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. Michoacán, México.

[eleija@ciga.unam.mx](mailto:eleija@ciga.unam.mx)

**Manuel E. Mendoza.** Investigador Titular C, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. Michoacán, México.

[mmendoza@ciga.unam.mx](mailto:mmendoza@ciga.unam.mx)

**A**ctualmente, muchos hábitats naturales no suelen estar conectados con otros hábitats, debido a que los paisajes han sido modificados por la deforestación para desarrollar actividades como la agricultura y la ganadería. **Los estudios sobre conectividad del paisaje** han tenido una mayor importancia en los últimos años, además de tener un contexto internacional y político que **brinda oportunidades para crear sitios prioritarios** o áreas protegidas para lograr la conservación de los recursos naturales, los servicios

ecosistémicos y los valores culturales asociados, así como romper las brechas entre la conservación y el desarrollo. En México se han hecho esfuerzos y se han tenido importantes avances en la generación de conocimientos científicos que apoyan los compromisos internacionales, atendiendo las causas subyacentes a la pérdida de biodiversidad y de los servicios ecosistémicos y del cambio climático, mediante la incorporación de enfoques de planeación territorial como el Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad.

### Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad

El Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad es un **instrumento de planeación y gestión** basado en la colaboración entre la población y la creación de políticas públicas orientadas a implementar sitios prioritarios o áreas protegidas para la conservación del territorio, promoviendo la protección, la conectividad y las relaciones ecológicas del paisaje. Es necesario **diseñar una futura Estrategia Nacional** para el Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad en México al 2030, donde

la formulación de estrategias y acciones en pro de la conectividad del paisaje sea fundamental para sostener y mantener la estabilidad de los procesos ecológicos que se encuentran en una superficie terrestre y que están relacionados entre sí, como la dispersión, el intercambio de genes entre animales que están separados y que no permiten el mantenimiento de la biodiversidad a largo plazo.

En este sentido, la conectividad se convierte en un **elemento clave para que exista la biodiversidad en una región**, además es requisito ecológico necesario para las prácticas adecuadas de conservación y planificación del territorio. La conectividad es una herramienta prioritaria bajo el enfoque de la ecología del paisaje que estudia los patrones presentes y su relación con los procesos ecológicos. En otras palabras, se analizan las características de estructura y la descripción de formas que componen un territorio en un momento determinado y su cambio a lo largo del tiempo. Además de haber un interés considerable a nivel mundial donde la conectividad del paisaje, mediante la planificación de actividades de restaura-



[https://pixabay.com/es/photos/search/conectividad%20paisaje/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/conectividad%20paisaje/?manual_search=1)



<https://pixabay.com/es/photos/el-regalo-de-dios-bo%25%be%23%addarsk%23%a9-bog-4586824/>

ción y uso del suelo, han creado propuestas para el **establecimiento de corredores biológicos** potenciales con la finalidad de asegurar la permanencia y funcionalidad de los paisajes.

### **La importancia de crear sitios prioritarios o áreas protegidas**

Los sitios prioritarios o áreas protegidas son esenciales para la conservación y la conectividad de los paisajes, dado que son sitios que cuentan con numerosas especies de **plantas y animales que pueden estar catalogadas en riesgo de desaparecer**, por lo que su preservación permite mantener a los ecosistemas saludables, además de amparar una gran riqueza y variedad de especies. Asimismo, la condición ecológica de estos sitios depende, en gran medida, de que estén bien diseñados y gestionados por diversos actores sociales. Sin embargo, la selección o creación de áreas no deben solo ser designadas para representar o resguardar especies importantes como plantas y animales, sino también deberán representar y **garantizar la continuidad de procesos ecológicos** que se desarrollan entre los ecosistemas. También es

necesario tomar en cuenta el tamaño y estructura de las áreas, la región geográfica donde se ubican, así como la interacción potencial con poblaciones humanas y sus actividades económicas, entre otros factores.

Es necesario mencionar que la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales no se resuelve solo con la delimitación de un territorio protegido, la expedición de normas o decretos. El grado de conservación de los sitios prioritarios o áreas protegidas, con el cumplimiento de sus objetivos, está asociado a diversos factores e interacciones de múltiple naturaleza como la conservación de diversidad biológica, lo que ha generado que se cuestione la eficacia de estos espacios protegidos y los objetivos que persiguen. De hecho, la creación de áreas protegidas ha sido objeto de temas controversiales, dado que **son percibidas como instrumentos de control** con visiones opuestas; por un lado, **son consideradas la mejor alternativa para la conservación** de los recursos naturales y, por el otro lado, como espacios que limitan el desarrollo y bienestar humano de las poblaciones aledañas

que viven alrededor de estos sitios. Los estudios sobre la conectividad del paisaje en el marco del Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad, proporcionan información valiosa sobre diferentes aspectos para la determinación de áreas prioritarias, a pesar de no ser consideradas explícitamente como un sistema de área protegida, los cuales son sitios potencialmente vinculados a través de interacciones que se dan en un lugar y en un tiempo determinado.

La creación de los sitios prioritarios o áreas protegidas permitirá cumplir con algunos de los objetivos del desarrollo sostenible, como mantener la conectividad del paisaje y conservación de los ecosistemas terrestres a largo plazo. Por ejemplo, en la décima reunión del Convenio sobre la Diversidad Biológica, donde participaron actores clave como los gobiernos del mundo, se pactó un Plan Estratégico a través de la Meta 11 de Aichi, la cual contribuiría en aumentar la conectividad entre paisajes terrestres bajo protección de al menos el 17% de manera efectiva, equitativa y ecológicamente representativos. Sin embargo, a pesar

de existir acuerdos globales, los estudios orientados a la conectividad del paisaje **aún representan grandes desafíos** por cumplir, principalmente por la falta de estudios que proporcionen indicadores que puedan utilizarse para evaluar eficazmente la conectividad de sitios prioritarios o áreas protegidas en el planeta.

### ¿Para qué mantener la conectividad de los paisajes?

La conectividad del paisaje es fundamental para conciliar el desarrollo económico de las personas que habitan en las comunidades y, a su vez, mantener el buen estado de conservación de los principales paisajes y sus componentes, los cuales permitiría enfocar los esfuerzos de protección al ambiente y elevar la eficacia de acciones en sitios protegidos. Simultáneamente, el **reconocer el papel de las poblaciones locales** en el territorio es fundamental para lograr los objetivos de conservación que motivaron su declaratoria como sitios protegidos. Este tipo de estudios aporta información valiosa y documenta la importancia biológica



[https://pixabay.com/es/photos/search/%C3%A1rea%20protegida/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/%C3%A1rea%20protegida/?manual_search=1)



ca de los ecosistemas, los servicios ecosistémicos que provee, la dinámica espacio-temporal de la cubierta vegetal, la importancia de los actores locales a través de diferentes mecanismos de participación y la acción pública de las instituciones.

El Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad, responde a la necesidad de formular políticas públicas que integren la importancia de la conectividad y consoliden el manejo de dichas áreas, así como las zonas de influencia a través de la creación y vinculación entre actores sociales, gubernamentales y empresariales. Su gestión se hace con base en la **integración de la innovación científica y el conocimiento local y tradicional de las comunidades**, lo cual permite la construcción de líneas base y metodologías robustas de evaluación y elaboración de programas, así como los proyectos de implementación llevan al aprendizaje necesario para realizar un manejo adaptativo.

Promover el Manejo Integrado del Paisaje y Conectividad, presupone una **visión integral** del manejo ambiental que considera la participación de la población local, tanto rural como urbana, se basa en la visión de paisajes que une la protección de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, el manejo integrado de cuencas, la mitigación y adaptación al cambio climático, la restauración para reducir la fragmentación, la resiliencia para reducir la vulnerabilidad humana, la conectividad ecológica del paisaje, así como la economía ambiental. Bajo esta visión, los sitios y áreas protegidas representan lugares de conectividad en paisajes diversos, donde se integran además zonas de relevancia ecosistémica y de alta biodiversidad que no necesariamente están bajo algún régimen de protección y conservación.



Correa-Ayram, C.A., Mendoza, M.E. y López-Granados, E. (2014). Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975-2008) de la cuenca del Lago Cuitzeo, Michoacán, México. *Revista de Geografía Norte Grande*, 59, 7-23.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n59/arto2.pdf>

Leija, E.G. y Mendoza, M.E. (2021). Estudios de conectividad del paisaje en América Latina: retos de investi-

gación. *Madera y Bosques*, 27(1), e2712032.  
<https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/e2712032/2210>

Leija, E.G. y Mendoza, M.E. (2021). La conectividad del paisaje como estrategia para atenuar el riesgo de zoonosis por la deforestación y defaunación. *Ecosistemas*, 30(3), 2235.  
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2235>

## ARTÍCULO

# Experimentación con animales: Vidas para la ciencia

Patricia Frías Álvarez y Gustavo Ortiz Millán



**Dra. Patricia Frías Álvarez.** Doctora en Ciencias Biomédicas, estancia posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.  
[patricia.frias@filosoficas.unam.mx](mailto:patricia.frias@filosoficas.unam.mx)

**Dr. Gustavo Ortiz Millán.** Investigador del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.  
[gmom@filosoficas.unam.mx](mailto:gmom@filosoficas.unam.mx)

**E**n los últimos años nos hemos enfrentado a un sinnúmero de retos médicos, sanitarios, ecológicos y tecnológicos, los cuales hemos logrado sortear, en gran medida, gracias al desarrollo de la ciencia y de la tecnología. Hoy en día, resulta evidente la importancia que tiene el desarrollo tecnocientífico para el bienestar humano. Pero también se busca que el conocimiento científico tenga **beneficios incluyentes a otras especies**. Los animales utilizados en experimentación son una parte primordial de los componentes fundamentales del desarrollo científico. La ciencia actual utiliza a los animales en una amplia variedad de campos

del conocimiento, como en la investigación básica, aplicada, militar y en la docencia. Sin embargo, el beneficio directo y tangible del uso de animales en experimentación es primordialmente humano, aunque también los animales pueden beneficiarse, como en el caso de investigaciones para medicina veterinaria. Recordemos que todos aquellos productos químicos que llegan a nuestras manos, tales como los antibióticos, medicamentos, vacunas, e incluso el maquillaje, fueron desarrollados durante años de investigación y experimentación con animales. Actualmente, a nivel mundial, se utilizan en el quehacer científico una gran variedad de grupos animales, que van desde primates no humanos hasta pequeños gusanos.

### ¿Qué es la experimentación con animales?

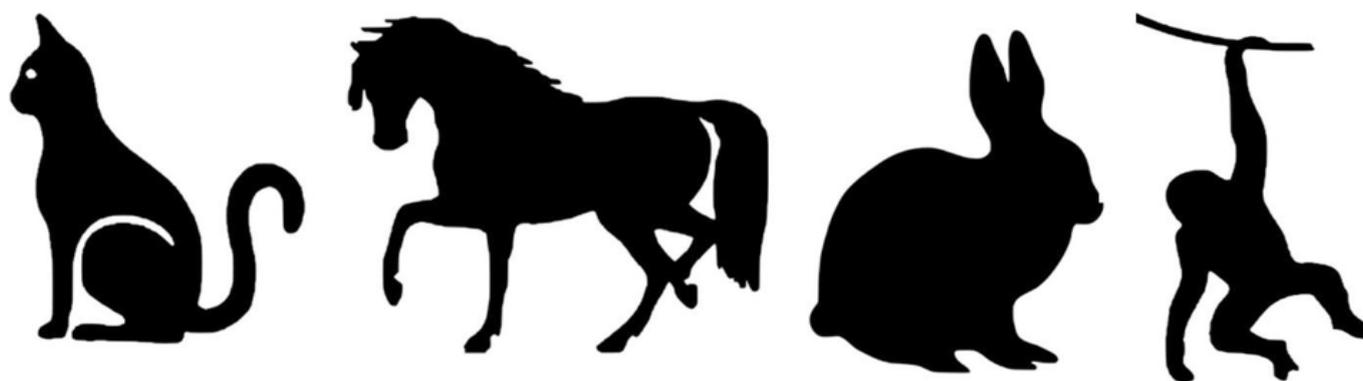
Antes de enfocarnos en los animales que son utilizados para experimentación, platiquemos acerca de **qué es la experimentación con animales**. La experimentación con animales se refiere a **cualquier procedimiento experimental llevado a cabo en un organismo que pertenece a la categoría taxonómica Animalia**. ¿Qué es un procedimiento? Aquí nos podemos ayudar de la definición utilizada por la Directiva del Parlamento Europeo,

que la define como «cualquier utilización invasiva o no invasiva de un animal para fines experimentales u otros fines científicos, con resultados predecibles o impredecibles, o para fines educativos, que pueda causarle un nivel de dolor, sufrimiento, angustia o daño duradero, equivalente o superior al causado por la introducción de una aguja conforme a la buena práctica veterinaria». La definición nos deja ver que, ante los ojos de la ciencia, los animales son objetos de uso para fines experimentales, científicos y educativos, pero también son seres sintientes, es decir, capaces de sentir dolor, sufrimiento y angustia.

### ¿Cuáles y cuántos animales son usados en experimentación?

Los tipos de animales no humanos utilizados para experimentación cubren una amplia gama de taxones. Especies que no podríamos imaginar que son utilizadas en investigación son sujetos de estudios experimentales. Los **mamíferos roedores** como los ratones y las ratas son las especies comúnmente **más utilizadas en laboratorios**; sin embargo, roedores como conejos, cuyos, hamsters y jerbos, también son utilizados. Otros animales mamíferos como alpacas, borregos, cabras, ciervos,





cerdos, ovejas y vacas igualmente se usan. Asimismo, se hace uso de animales con mayor cercanía al humano como caballos, gatos, hurones y perros. Cabe recalcar el uso de primates no humanos como macacos, monos y babuinos. Quisiéramos destacar que también existe una amplia gama de animales no mamíferos que son utilizados en experimentación, tales como codornices, gallos, reptiles, ranas, ajolotes (axolotl), sapos, peces cebra, salmones, truchas, acociles, calamares, pulpos, sepias, insectos (por ejemplo, mosca de la fruta) y nemátodos.

Un estudio calculó un estimado del número de animales utilizados con fines científicos durante el 2015 en 179 países, incluyendo a México. Los resultados fueron abrumadores, ya que se estimó un total de **79.9 millones de animales utilizados bajo procedimientos científicos**. Estudios previos a esta estimación dicen que en la década previa al estudio (esto es, de 2005 a 2015), hubo un **incremento del 36.9%** en el uso de animales en experimentación, puesto que, para el 2005 se estimó el uso de 58.3 millones de animales para fines científicos, incluyendo a todos los mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces y cefalópodos (como los pulpos). Sin embargo, estas cifras no incluyen a los taxones utilizados en la experimentación, ni a los crustáceos (por ejemplo, los acociles), insectos (como las moscas de la fruta), ni a los nemátodos (gusanos).

#### Países y experimentación animal

Los diez países que utilizan el mayor número de animales con fines experimentales son China, Japón, Estados Unidos, Canadá, Australia, Corea del Sur, Inglaterra, Brasil, Alemania y Francia. En lo que respecta a **México**, se estima que se encuentra **entre los primeros 24 países** con mayor número de animales utilizados en investigación. Las cifras obtenidas del número de animales utilizados en procedimientos científicos a nivel mundial no son

exactas, por lo cual se deben realizar estimaciones. Esto se debe a que existen países que cuentan con una autoridad encargada de obtener los datos oficiales, mientras que, en la mayoría de los países, entre los que se incluye México, **no existe una autoridad u órgano regulador** que muestre los datos oficiales del conteo total del número de animales utilizados en experimentación.

#### Sintiencia animal y ética en el uso de animales en experimentación

Investigaciones neurofisiológicas, neuroquímicas y etológicas recientes, han demostrado la **sintiencia animal**, que es definida como la **capacidad de muchos animales de tener experiencias como gozo, placer, dolor o miedo**. La capacidad que tienen los animales de sentir estados emocionales positivos y negativos nos hace entender que el disponer de ellos conlleva responsabilidades. No solo debemos enfocarnos en el dolor físico que experimentan, sino también se debe tomar en cuenta una perspectiva integral de su salud física y un bienestar mental. Tomando en cuenta que la experimentación con animales continúa, y ante la irrefutable evidencia científica de la sintiencia animal, surge la obligación de que cualquiera que utilice actualmente animales para experimentación, debe proveer el máximo bienestar y evitar, en todo lo posible, el sufrimiento innecesario.

En la década de los 60 se establecen los principios rectores para el uso ético de animales en procedimientos experimentales. Estos principios, conocidos como las 3 Rs, forman parte de los cimientos que regulan el uso de animales en la experimentación. Las 3Rs son: Reemplazo, Reducción y Refinamiento. «**Reemplazo**» es entendido como la aplicación de métodos que sustituyen el uso de animales. «**Reducción**» se refiere a los métodos que ayudan a reducir el número de animales que se

usan en experimentación. «**Refinamiento**» lo podemos entender como los métodos que ayuden a minimizar cualquier dolor, angustia o sufrimiento innecesario y que mejoren el bienestar animal. Actualmente, se habla de la **Responsabilidad** como la cuarta R, aunque esta se encuentra inmersa en los tres principios rectores y es un término conceptual; es fundamental que todos aquellos involucrados en la experimentación animal la cumplan en su trabajo diario.

En lo que respecta a los métodos alternativos, estos se pueden dividir en dos categorías: los reemplazos absolutos y los reemplazos parciales. Los **reemplazos absolutos** evitan el uso de cualquier animal en investigación, como lo serían los modelos matemáticos y computacionales, cultivos celulares, cultivos de tejidos y los voluntarios humanos. Los reemplazos parciales incluyen el uso de tejidos y células de animales matados con fines científicos. Los **reemplazos parciales** también incluyen el uso de animales que, basados en los avances científicos existentes y en el pensamiento científico actual, no son considerados capaces de experimentar sufrimiento. En esta categoría se encuentran algunos invertebrados, por ejemplo, la mosca de la fruta y los gusanos nematodos. Actualmente se busca el reemplazo absoluto en la experimentación animal.

### Desmitificando la experimentación animal

Diversas investigaciones han desmitificado la idea de que los resultados de todos los experimentos con modelos animales se pueden aplicar directamente a los humanos. Se sabe que menos del 10% de los descubrimientos realiza-

dos en ciencia básica a través de experimentación con animales ingresan al uso rutinario clínico, lo que significa que **el 90% de los descubrimientos en animales fracasan en el tratamiento humano**. Los datos mostrados son abrumadores, lo que nos lleva al reto de enfrentar el cambio del paradigma actual, consistente en la idea del uso indispensable de animales en la experimentación, como motor del desarrollo científico

Las bases que en un principio sustentaban el uso de animales en experimentación, hoy en día están siendo derribadas. Se debilitan los argumentos a favor del uso de animales en experimentación por motivos éticos, por evidencias científicas y metodológicas, aunadas al desarrollo de nuevas tecnologías y herramientas más precisas. La abolición del uso de animales en experimentación se podrá lograr gracias al trabajo continuo y colaborativo entre la ciencia, la tecnología, la filosofía y la ética. La obtención de beneficios directos al humano por la experimentación animal debe someterse a un escrutinio ético profundo y parar. Sabemos que se seguirán usando animales en experimentación, pero resulta imperativo no causarles daño ni, en aras del conocimiento, tomar lo más valioso que tienen: su vida.



Leyton, F. (2016). «Dilemas bioéticos y controversias de la investigación con animales», en Ruiz de Chávez, M.H. (coord.), *Gaceta Conbioética. Temas Selectos de Conbioética*, Comisión Nacional de Bioética/Secretaría de Salud, México, pp. 162-175.  
[http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/2016/TESE\\_DIG\\_Web.pdf#page=164](http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/2016/TESE_DIG_Web.pdf#page=164)

Taylor, K. y Álvarez, L.R. (2019). An estimate of the number of animals used for scientific purposes world-

wide in 2015. *Alternatives to Laboratory Animals*, 47(5-6), 196-213. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0261192919899853>.

Télez-Ballesteros, E. y Vanda-Cantón, B. (2020). Cuestionamientos éticos a la generación de conocimiento en la investigación biomédica con animales no humanos. *Revista de Bioética y Derecho*, 49, 173-189. <https://scielo.isciii.es/pdf/bioetica/n49/1886-5887-bioetica-49-00173.pdf>

## ARTÍCULO

# ¿Qué es la ceguera vegetal?

Rosario Redonda-Martínez



<https://pixabay.com/es/photos/hierba-plantas-flores-jard%c3%adn-flora-6353411/>

**Rosario Redonda-Martínez.** Investigadora Titular, Instituto de Ecología, A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro. Michoacán, México.

[r.redonda.martinez@gmail.com](mailto:r.redonda.martinez@gmail.com)

**A**l escuchar la expresión «ceguera vegetal», quizás viene a tu mente una planta que no puede ver. Sin embargo, lo que pocos saben, es que esta frase hace referencia a la **incapacidad que tiene la mayoría de los humanos para ver o interesarse por las plantas**. Esta locución procede del inglés *plant blindness*, término acuñado por investigadores estadounidenses en 1999, con la finalidad de nombrar así a la falta de interés o desconocimiento que tiene la gente joven hacia las plantas y, en el caso particular de los estudiantes de biología, quienes tienen una mayor preferencia por los animales.

¿Te resulta familiar esta historia? A mí sí. Cuando estudiaba en la Facultad de Ciencias, la mayoría de mis compañeros y amigos eran fanáticos de los animales, incluso un número considerable de ellos se dedica a estudiarlos, solo los «raros» optamos por trabajar con plantas y dedicar nuestra vida a la botánica. De esta forma, vayamos a donde vayamos o estemos en donde estemos, siempre solemos observar plantas, ya sea que crezcan varios metros o unos cuantos centímetros, tengan flores o no. Los botánicos somos fanáticos de los vegetales en todas sus formas, tamaños, colores y sabores. Entonces, ¿por qué la gente común no se da cuenta de que las plantas son esenciales en nuestro entorno e incluso pueden pisarlas cuando crecen en las banquetas? La respuesta es simple, hay una epidemia de ceguera vegetal en todo el mundo.

### Una ceguera, a veces desapercibida

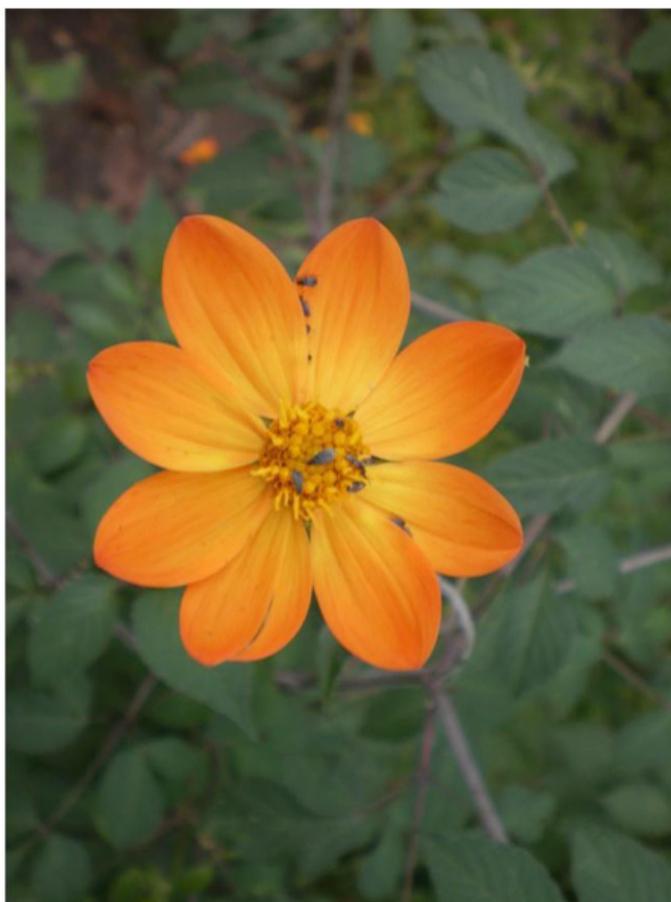
Si no estás de acuerdo con esta ceguera hacia la plantas, a continuación expondré algunos ejemplos que lo demuestran. Las personas que cuentan con jardín en su casa, optan por tener pasto y se-

tos con plantas que conservan su follaje durante todo el año para que se vea verde, o bien, emplean especies con hojas de coloraciones llamativas con la finalidad de generar contrastes. También están aquellos que optan por sembrar plantas que florezcan la mayor parte del año o en distintas épocas, ya sea porque les gustan las flores o para ver que se acerquen mariposas y colibríes, pues aunque las visiten abejas, estos insectos la mayoría de las veces suelen no ser bienvenidos.

En este último caso, la generalidad de las personas está más interesadas en contemplar a los insectos y aves que a las flores, y tú ¿A qué grupo perteneces? También hay gente que evita tener plantas en casa **para que «no les generen basura»**, entonces ¿Cómo es que no son conscientes de que dependemos de los organismos vegetales para obtener el oxígeno que requerimos para respirar, obtener fibras para fabricar prendas de vestir, tintes naturales, medicamentos, frutas y verduras que consumimos de manera cotidiana, entre otras cosas?



Vista panorámica de la «Plaza Grande», Pátzcuaro, Michoacán (arriba) y «Las Islas» en Ciudad Universitaria, Ciudad de México (abajo), mostrando algunos elementos característicos de los setos. Fotografías: Rosario Redonda-Martínez.



Ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) y dalia (*Dahlia coccinea*), árbol y flor nacional de México, respectivamente. Fotografías: Rosario Redonda-Martínez.

Continuando con la diversidad vegetal de los jardines, pero esta vez en espacios públicos, existe una **tendencia en todo el mundo a sembrar las mismas plantas**, de tal forma que encontremos setos de trueno, bambú, evónimo, ciprés, benjamins o buganvillas, creando con ello un **paisaje por demás homogéneo**, ya que además se privilegia la siembra de pasto alfombra en grandes extensiones de terreno, esto se puede apreciar, por ejemplo, en la Plaza Vasco de Quiroga de Pátzcuaro, Michoacán, también conocida como «Plaza Grande», cuyos jardines tienen pasto muy bien cuidado y setos de ciprés o evónimo, aunque en los alrededores crecen unos imponentes fresnos. Situación similar ocurre a ciento de kilómetros de distancia, en «Las Islas», uno de los jardines más famosos del campus central de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado al sur de la Ciudad de México, donde el pasto ocupa la mayor parte del terreno, aunque en este caso, el área está rodeada por jacarandas, algunos truenos, casuarinas y buganvillas.

En México tenemos una riqueza vegetal que supera las **veintitrés mil especies nativas de plantas con flores**, con base en ello ¿Por qué privilegiar la siembra de plantas ornamentales originarias de

otros países y no propiciar que en nuestros parques, jardines y camellones haya plantas oriundas del país?

#### Las plantas también necesitan de la conservación

En términos de conservación, ¿qué grupos se protegen más, las plantas o los animales? Los programas y estudios enfocados a preservar especies se enfocan principalmente a los animales; no está mal, el problema es que, independientemente de que se protejan poblaciones de organismos carismáticos, como pandas o tigres, también se debe atender la problemática para preservar su entorno, cuyas alteraciones obedecen principalmente al cambio o remoción de la cubierta vegetal en las áreas donde se distribuyen, rompiendo así con la armonía de los ecosistemas. Esto también ocurre en nuestro país. En 2018 se dio a conocer una lista de **diez especies emblemáticas de México que están en peligro de extinción**, de las cuales, nueve son animales y solo una planta, la orquídea monja blanca (*Lycaste skinneri* Lindl.). Como sabemos, las extravagantes flores de las orquídeas y sus colores, sin duda llaman la atención de la gente; lo mismo pasa con las cactáceas que, a pesar de tener espi-

nas, suelen ser muy apreciadas por coleccionistas, incluso las saquean de su hábitat natural y ponen en riesgo sus poblaciones con tal de tenerlas en invernaderos privados. Entonces, ¿una planta debe tener flores coloridas, con formas o crecimiento extravagantes para voltear a verla y conservarla? Desafortunadamente, parece que la respuesta podría ser afirmativa.

En septiembre de 2021, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), dio a conocer que **el 30% de los árboles del planeta están en alguna categoría de riesgo o en peligro de extinción**, siendo las actividades agrícolas y ganaderas, las principales causas de su desaparición en todo el mundo. Si los árboles que suelen alcanzar tamaños de varios metros, forman bosques o selvas, cumplen con una gran cantidad de funciones en los sitios donde crecen y tienen usos diversos, están amenazados ¿Te imaginas lo que puede estar ocurriendo con los arbustos o hierbas que nadie, o casi nadie ve por su tamaño o apariencia, y que por tanto resultan poco atractivos para el ojo humano?



<https://pixabay.com/es/photos/intercional-bandera-m%C3%A9xico-2694681/>



Aloi, G. (2019). Sorely visible: plants, roots, and national identity. *Plants People Planet*, 1(3), 204-211.  
<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ppp3.10054>

Olivera, A. (2018). *Las 10 especies mexicanas más icónicas en peligro*. Centro para la diversidad biológica. 13 pp. ht-

## La ceguera vegetal de nuestros días es preocupante

A pesar de la enorme cantidad de plantas que existen en la naturaleza, en nuestra vida cotidiana vemos y empleamos muy pocas. ¿Alguna vez has sentido curiosidad por saber, a nivel mundial, cuántas plantas se utilizan con algún fin? Estimaciones recientes indican que **existen alrededor de veinte mil especies vegetales comestibles**, de las cuales 10% tienen importancia económica, o sea dos mil especies, aunque de ellas, treinta son las más utilizadas. En este grupo encontramos principalmente a los cereales, los cuales también están entre los que más se cultivan en todo el planeta.

Por último, aunque no por ser menos importante, conviene hablar de **las plantas que son símbolos de identidad nacional**, entre ellas encontramos las flores o árboles emblemáticos de un país, los cuales son reconocidos en todo el mundo. En México, tenemos por un lado aquellas especies que están representadas en el escudo nacional, al centro un nopal, con el águila y la serpiente, flanqueado por una rama de encino en el costado izquierdo y una de laurel en el derecho, además, el árbol nacional es el ahuehuete y la dalia nuestra flor nacional. Otro ejemplo, lo podemos ver en la bandera de Canadá, que incluye una hoja de maple en el centro; la del Líbano tiene un cedro; en la de República de Fiyi (Islas Fiyi) se aprecia un escudo dividido en cuatro partes, las cuales contienen caña de azúcar, un cocotero, una paloma con una rama de olivo en el pico como símbolo de paz y un racimo de plátanos. Estos son solo algunos ejemplos, ya que en las banderas de otros países también están representados otros elementos vegetales.

Espero que después de haber leído lo anterior, tengas una mejor idea de lo que es la ceguera vegetal, pero sobre todo, que las plantas están por todos lados y son parte esencial de nuestra vida cotidiana, cultura e identidad.

[tps://www.biologicaldiversity.org/programs/international/mexico/pdfs/Espanol-10-En-Peligro-Mexico.pdf](https://www.biologicaldiversity.org/programs/international/mexico/pdfs/Espanol-10-En-Peligro-Mexico.pdf)

Pérez-Ventana, A. (2020). «Plant blindness» o por qué no nos fijamos en las plantas que nos rodean. *El País*, 27 de marzo de 2020.  
[https://elpais.com/elpais/2020/03/27/icon\\_design/1585295351\\_518718.html](https://elpais.com/elpais/2020/03/27/icon_design/1585295351_518718.html)

## ARTÍCULO

# Efectos del huachicoleo en México

Blanca Celeste Saucedo Martínez y Liliana Márquez Benavides



<https://pixabay.com/es/photos/gasolina-diesel-gas-automotor-996617/>

**Blanca Celeste Saucedo Martínez**, Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Ciencias Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

[o617797j@umich.mx](mailto:o617797j@umich.mx)

**Liliana Márquez Benavides**. Profesor e Investigador, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[liliana.marquez@umich.mx](mailto:liliana.marquez@umich.mx)

**E**l huachicoleo es el robo de combustibles —como la gasolina—, el cual se realiza mediante la perforación de las tuberías que lo transportan. Es un problema muy común en México que ha generado problemas a la salud del ser humano, económicos, sociales y ambientales. Para remediar el problema del huachicoleo y evitar que siga ocurriendo, es necesario **realizar acciones en conjunto** entre los propietarios de las áreas afectadas, las autoridades y la parte técnica.

### Huachicol, huachicoleo y huachicolero

Los medios de transporte que utilizamos a diario necesitan gasolina para su funcionamiento; sin embargo, de acuerdo con la situación económica del país y que cada vez es más cara y difícil distribuirla, muchas personas han decidido robarla, haciendo perforaciones en las tuberías que la transportan para evitar pagarla. Esta acción comúnmente es conocida como «**huachicoleo**».

La palabra «**huachicol**», de acuerdo a la Academia Mexicana de la Lengua (2019), se usa para referirse a un ladrón, mientras que en la definición de «**huachicolero**» el sufijo *-ero* indica ocupación o cargo, por lo tanto, «huachicolero» se le conoce a la persona que roba gasolina. Como huachicol también se conoce a una bebida alcohólica adulterada con alcohol de caña y otros compuestos; además, sirve para nombrar el combustible robado que puede estar adulterado.

Como mencionamos al principio, el huachicoleo consiste en la perforación de las tuberías para extraer la gasolina que es utilizada para uso propio o para **venderla de manera ilegal a un pre-**

**cio más bajo**. En el país hay una red de 8 mil 390 kilómetros de poliductos que van desde el lugar donde se fabrica hasta los espacios de almacenamiento.

Se informa que en el primer semestre de 2020, las Fuerzas Armadas en México detectaron 1,948 tomas clandestinas en Hidalgo, 909 en Puebla, 724 en el Estado de México, 317 en Guanajuato y 278 en Veracruz. Para combatir este problema y evitar que siga este robo, el gobierno ha decidido **cerrar varios de los ductos** para reparar las perforaciones y transportar la gasolina en pipas a través de carreteras. El problema de esto, es que algunos estados del país fueron perjudicados por la **escasez y retraso en el abasto** a las gasolineras.

### Problemática del huachicoleo

El huachicoleo ha provocado varios tipos de problemas sociales, económicos, de salud y ambientales. Por ejemplo, entre los económicos, podemos mencionar que durante el primer trimestre del año 2021, las pérdidas por contrabando de combustibles fueron de 20 mil millones de pesos





Créditos: El Sol de México, Ciudad de México, 26 de julio de 2020.

anuales, cifra similar a la que el presidente Andrés Manuel López Obrador indicó que se destinaría para la compra de las vacunas contra el COVID-19 a nivel nacional en el 2020.

En cuanto a los **daños ambientales**, se ha detectado que esta acción causa contaminación de suelo, aire y agua; sin embargo, escasamente se reportan, por lo que poco se sabe sobre cifras de sitios afectados y mucho menos se hace algo para solucionarlo. Por ejemplo, en localidades de Hidalgo y en la zona de Tlahuelilpan, especialistas del área insisten en la restauración ambiental, además existen cientos de lugares con registro de tomas clandestinas que han causado contaminación, cuya biorremediación tiene un costo de 175

mil pesos por hectárea, monto que difícilmente pueden costear los agricultores.

De acuerdo a los datos sobre sustentabilidad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), el huachicoleo provocó el **crecimiento de 13.5% de las zonas contaminadas** por PEMEX de 2012 a 2015. Según información de la Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación de la PROFEPA, durante el sexenio del presidente Enrique Peña Nieto, hubo en todo el país 4,386 emergencias causadas por «huachicoleo», pero solo se reportó daño ambiental en unas 300 hectáreas de terreno. Esto se debió a que 2,615 de estas fugas no reportaron públicamente la extensión de suelo afectado. Algunos de los datos más actuales señalan que a finales de 2021, en Mazatlán, había al menos 10 tomas clandestinas, lo que es un peligro latente ya que las tuberías pasan por debajo de casas y comercios, además de que podrían repercutir en la flora y fauna del mar de esa zona. Mientras que Hidalgo terminó el 2021 con 1,383 denuncias por robo de combustibles,

equivalente a un aumento del 33.8% con respecto al 2020.

Las instituciones encargadas de atender los problemas del robo de combustibles son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), las cuales **no han divulgado acciones de atención a los ecosistemas** afectados por esta situación. El tiempo estimado para remediar las áreas dañadas es de aproximadamente cinco años con un costo de 200,000 pesos por hectárea.

### Propuestas de acción

Para solucionar el problema se requiere la participación activa de los dueños de los terrenos afectados, de las autoridades correspondientes y

de la parte técnica. En cuanto a los **propietarios de los terrenos**, a ellos corresponde asesorarse legalmente para proteger adecuadamente sus propiedades y capacitarse en materia legal para la prevención y remediación de suelos contaminados, así como en derechos y obligaciones como propietarios de terrenos.

Por su parte, **las autoridades** necesitan implementar leyes y reglamentos de protección ambiental estrictos para la prevención y recuperación de sitios contaminados para que, por medio de ello, se responsabilice a los culpables de la contaminación para la remediación de sitios y obligarlos a que paguen una indemnización a los propietarios afectados.

Para solucionar el problema de contaminación de suelos por combustibles hay métodos, siendo el más común el uso de compuestos químicos, los cuales son muy costosos y generan más contaminantes en lugar de arreglar el problema. Por otra parte, están los **métodos biológicos**, donde se usan microorganismos y plantas para eliminar los combustibles del suelo, los cuales son de bajo costo y amigables con el ambiente. Es de importancia extrema eliminar estos contaminantes del ambiente, siendo el responsable de estas acciones la SEMARNAT y no PEMEX.

El huachicoleo es una práctica altamente peligrosa y que causa graves daños, por lo que es de vital importancia tomar medidas para que esto deje de ocurrir. Una alternativa sería dejar de usar gasolina y **preferir combustibles ecológicos** como el bioetanol y el gas natural, los cuales son de bajo costo y bajo riesgo para el ambiente y para la salud del ser humano.

El huachicoleo es una práctica altamente peligrosa y que causa graves daños, por lo que es de vital importancia tomar medidas para que esto deje de ocurrir. Una alternativa sería dejar de usar gasolina y **preferir combustibles ecológicos** como el bioetanol y el gas natural, los cuales son de bajo costo y bajo riesgo para el ambiente y para la salud del ser humano.



Agencia EFE. (2019). México combustibles. Impacto ambiental del robo de combustible no es tomado en cuenta en México. Impacto ambiental del robo de combustible no es tomado en cuenta en México | México | Edición USA | Agencia EFE

Gandaria, M. (2020). Crimen burla seguridad y perforan 995 veces ductos de Pemex. *El Sol de México*. Crimen burla seguridad y perforan 995 veces ductos de Pemex - El Sol de México | Noticias, Deportes, Gossip, Columnas (elsoldemexico.com.mx)

García, O. (2022). Incrementan 34% denuncias por delitos vinculados a huachicoleo. *La Silla Rota*. Incrementan 34% denuncias por delitos vinculados a huachicoleo (lasillarota.com)

García, O. (2022). Incrementan 34% denuncias por delitos vinculados a huachicoleo. *La Silla Rota*. Incrementan 34% denuncias por delitos vinculados a huachicoleo (lasillarota.com)

## ARTÍCULO

# ¿Pueden los niños y niñas prevenir la violencia?

Mariana Morales Alejandre y Adriana Rodríguez Barraza



<https://pixabay.com/es/photos/indio-ni%C3%B1o-alambre-de-p%C3%BAas-barrera-1717192/>

**Mariana Morales Alejandre.** Estudiante de Doctorado en Psicología, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.  
[mariana.moraleja@gmail.com](mailto:mariana.moraleja@gmail.com)

**Adriana Rodríguez Barraza.** Profesora e Investigadora, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.  
[adrirodriguez@uv.mx](mailto:adrirodriguez@uv.mx)

**E**n cualquier medio de comunicación podemos ver, escuchar o leer noticias relacionadas con la violencia, crónicas que pueden dar cuenta de la manera en que se presenta o bien de las estrategias utilizadas para evitarla y prevenirla. En cuanto a las estrategias, ¿cuántas veces participan personas en la etapa de la niñez o la adolescencia? En este sentido, en los siguientes párrafos hablaremos de la Convención sobre los Derechos del Niño y la **promoción de la participación infantil** como una oportunidad para que niñas, niños y adolescentes reconozcan situaciones que ponen en riesgo su integridad e imaginar otras maneras de convivir en el mundo.

### ¿Qué es la Convención sobre los Derechos del Niño?

La Convención sobre los Derechos del Niño es un **documento internacional** publicado en 1989, que surgió como una medida que exigía a los países **promover leyes que protegieran a personas entre 0 y 17 años**, quienes por su edad, requieren cuidados y atenciones especiales brindadas por adultos, hasta que alcancen su mayoría de edad. Está conformada por 54 artículos que buscan la protección, sano desarrollo y libertad de niñas, niños y adolescentes. Los artículos 12 y 13 hablan del derecho a un juicio propio y de la libertad de expresión; el 14 sobre libertad de pensamiento, conciencia y religión; el 15 acerca de la libertad de asociación y celebración de reuniones pacíficas; el 17 y 28 señalan el acceso a la información y educación, respectivamente. Estos derechos permiten **visibilizar la participación activa de niños en múltiples temas y asuntos públicos**.

Sin embargo, aunque existe un documento internacional que detalla cuáles son los derechos de niñas, niños y adolescentes, **¿por qué en el mundo hay tantas diferencias en la manera que**

**se vive esta etapa de la vida?** La respuesta tiene que ver con la diversidad, con la amplia diferencia entre costumbres y tradiciones, con las características económicas y sociales de las regiones, con las ideas que se tengan sobre las etapas de la niñez y la juventud, y con el papel que los adultos adquieren respecto a las normas de crianza y cuidado.

Por ejemplo, en algunas partes del mundo, niños y niñas trabajan para contribuir a la economía familiar, mientras que en otros lugares las necesidades básicas, como alimento y vestimenta, son cubiertos con facilidad, así que las niñas, niños y adolescentes, pueden dedicarse específicamente a sus juegos y estudios. También existen familias que dedican especial atención al tiempo de convivencia entre todos los integrantes; hay otras que optan por las relaciones de pares, es decir, entre niñas y niños, o entre personas adultas. Hay familias que promueven la religión, otras el desarrollo de habilidades artísticas; las hay donde los roles de género son muy marcados o en las cuales se promueve la equidad. Existen otros casos donde niñas, niños y adolescentes conviven con otras personas que no son sus familiares directos, o viven en una institución responsable de sus cuidados.



<https://pixabay.com/es/photos/ni%C3%B1os-jard%C3%ADn-de-infancia-escuela-7339441/>

## La escalera de la participación infantil

Roger Hart



Nota: Escalera de la participación infantil.png por Olgaberrios tiene derechos de autor. Para ver una copia de esa licencia acceda a: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Escalera\\_de\\_la\\_participación\\_infantil.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Escalera_de_la_participación_infantil.png)

### La participación infantil

Independientemente de las características del entorno, la Convención sobre los Derechos del Niño reconoce la **importancia de niñas, niños y adolescentes en la sociedad**. La participación infantil ha sido abordada por investigadores, como el caso de Roger Hart en 1993, quien la considera necesaria en el quehacer ciudadano. No se trata de que niños y niñas cambien el mundo, pues eso sería colocar en sus hombros un peso que no les corresponde, tampoco de depositarles preocupaciones y responsabilidades que no está en sus manos atender; se trata de reconocerlos como integrantes de la sociedad y **acompañarlos en el desarrollo de habilidades** que les permitirán cumplir con la función de adultos responsables y comprometidos al alcanzar su mayoría de edad.

Ahora, considerando que la participación infantil consiste en que niñas, niños y adolescentes tengan la disposición de expresar su opinión respecto a temas de su interés, tomemos en cuenta que **hay diferentes maneras de participar**. No obstante, es importante tener en cuenta que **el nivel de participación dependerá de la postura de las personas adultas** frente a la infancia, o inclusive de los intereses que acompañen a esa participación. Para ilustrarlo, puede el lector imaginar una esca-

lera en que el peldaño más bajo de participación infantil responde a las expectativas, es decir, hay manipulación para que las palabras o acciones de niñas, niños y adolescentes, vayan en la dirección que las personas adultas deseen, mientras que en el peldaño más alto de la escalera se ubica el escenario donde la participación infantil es ideada por niñas, niños y adolescentes, y organizada en colaboración con los adultos.

La participación activa de niñas, niños y adolescentes, debe posibilitar un espacio de apertura al diálogo, a la expresión de una opinión, la cual tiene que ser respetada y valorada con la intención de **dar espacio al error con el propósito de promover el aprendizaje** (no para desprestigiar el esfuerzo o avergonzar). El adulto cuenta con la capacidad de identificar riesgos o peligros que niñas, niños y adolescentes no alcanzan a visualizar, por ello, la insistencia en hablar de colaboración y no de dirección: la primera promueve el trabajo conjunto, el respeto y el autocuidado, mientras que la segunda se sostiene en atender jerarquías o instrucciones, y hay menor espacio para la reflexión.

### ¿Cómo prevenir la violencia?

Reflexionar sobre otros y sobre uno mismo permitirá cuestionar, entre otros temas, situacio-

nes que puedan ser riesgosas o peligrosas. Alcanzar una convivencia participativa entre niños y adultos implica un **cambio de paradigma respecto a cómo se identifican unos con otros**. Cuando en un grupo familiar predominan dinámicas de autoritarismo, hay mayor riesgo de violencia y menor posibilidad de participación infantil (callar, minimizar las opiniones o ignorar a otros, también es una forma de violencia). Afortunadamente, hay múltiples escenarios en las comunidades para promover relaciones de convivencia participativa, por ejemplo, escuelas, parques, iglesias y otros lugares donde se concentra la población de niñas, niños y adolescentes.

La participación es importante porque **motiva y promueve el involucramiento de niñas, niños y adolescentes en asuntos públicos**. La violencia tiende a ser privada, porque la manera de conservarla es manteniéndola en secreto; esto propicia emociones como la culpa o la vergüenza que rara vez se comparten con otras personas. Para combatir esta situación, primero hay que reconocerla, esto ocurre en su difusión; el conocimiento es la herramienta que impulsa la participación y la colaboración la hace posible. Cuando se colabora, se respeta la opinión de las demás personas y se construye comunidad.

Aunque han pasado más de 30 años desde la Convención sobre los Derechos

del Niño, aún es importante abordar lo relacionado con la interpretación de la participación que los niños pueden ejercer, esto debido a la diversidad de opiniones al respecto, las cuales pueden ir desde aquellas intenciones de cuidado que derivan en la **sobreprotección** (en las cuales la inclusión y participación se obstaculiza por el miedo infundado sobre el mal manejo de temas sensibles), hasta las relacionadas con una **apertura extrema** (sin límites claros, ni guía u orientación por parte de las personas adultas, lo que puede desencadenar confusión), o incluso aquellas que ven en la participación infantil la posibilidad de **evidenciar una realidad violenta** que pretende ocultarse.

Finalmente, reconocemos que hoy en día niñas, niños y adolescentes, se encuentran participando activamente sobre diversos temas en distintos lugares; lo valioso de sus aportaciones estriba en la manera de ver el mundo, sus percepciones y sus preocupaciones concretas. Cuando se abren las posibilidades de mirar esas aportaciones con el cuidado, escucha, acompañamiento y respeto de las personas adultas que les cuidan, se genera su participación democrática en asuntos públicos de acuerdo a su desarrollo y, en consecuencia,

podría prevenirse la violencia que se ejerce contra ellos.



Hart, R. (1993). *La participación de los niños: de la participación simbólica a la participación auténtica*. Florencia, Ensayos Innocenti, UNICEF, vol. 4.  
[https://www.researchgate.net/publication/46473553\\_La\\_participacion\\_de\\_los\\_ninos\\_de\\_la\\_participacion\\_simbolica\\_a\\_la\\_participacion\\_autentica](https://www.researchgate.net/publication/46473553_La_participacion_de_los_ninos_de_la_participacion_simbolica_a_la_participacion_autentica).

Organización de las Naciones Unidas, Asamblea General. (1989). *Convención sobre los Derechos del Niño*. Naciones Unidas, vol. 1577.

<https://www.refworld.org/es/docid/50ac92492.html>  
 UNICEF/SIPINNA. (2020). *Compilación de procesos exitosos de participación de niñas, niños y adolescentes en México, América Latina y otras regiones del mundo*.

<https://www.unicef.org/mexico/informes/participacion-de-niñas-niños-y-adolescentes-en-méxico-y-el-mundo>

# ARTÍCULO

## Agua, energía y alimentos: ¿Qué los relaciona?

Brenda Cansino Loeza y José María Ponce Ortega



<https://pixabay.com/es/photos/uruguay-huerta-%c3%a1rboles-canal-agua-1888216/>

**Brenda Cansino Loeza.** Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

***brenda.cansino@umich.mx***

**José María Ponce Ortega.** Profesor e Investigador de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

***jose.ponce@umich.mx***

**E**l agua, la energía y los alimentos son recursos esenciales para satisfacer las necesidades básicas del ser humano, para el funcionamiento de los ecosistemas, así como para el desarrollo socio-económico. Si tuviéramos que elegir entre uno de estos recursos para llevar a cabo nuestro día a día, nos daríamos cuenta que no podemos hacer a un lado cualquiera de los otros recursos, ya que dependemos de ellos.

Somos conscientes de que el agua es vital para el funcionamiento de los seres vivos; seguramente has escuchado que **casi dos terceras partes del cuerpo humano está conformado por agua**. De igual manera, la energía es necesaria para el

cuerpo humano, ya que todos los procesos que se realizan en las células producen y requieren energía para poder llevarse a cabo. Además, **la energía y el agua están presentes en los alimentos** que consumimos, y estos son indispensables para obtener los nutrientes necesarios para realizar todas las funciones esenciales del cuerpo humano.

**Pero, ¿cómo se relacionan los recursos agua, energía y alimentos en el ambiente?**

Seguramente hasta este punto te habrás dado cuenta de que la sociedad demanda de manera ininterrumpida estos recursos. Se necesita agua para satisfacer necesidades básicas y para contribuir al desarrollo económico mediante actividades como la agricultura, la producción de energía y la industria. Asimismo, estas actividades o servicios no podrían realizarse sin la energía.

Se requiere energía para la distribución, bombeo e incluso para el tratamiento o desalinización del agua. La cantidad de energía requerida en los diferentes aspectos del suministro de agua depende de la distancia y la elevación que debe recorrer el agua, la topografía, el clima, la temperatura, el volumen de agua y la tecnología utilizada. Se estima que, de la electricidad consumida en el sector del agua, **alrededor del 40% se destina a la ex-**

**tracción de aguas subterráneas y superficiales**, seguido del tratamiento de aguas residuales con un 25%. Respecto al tratamiento de agua, el uso de energía es más severo en la desalinización del agua. A nivel mundial, se estima que menos del 1% de la demanda de agua se satisface a través de agua proveniente de tratamientos no convencionales como la desalinización.

Pero, ¿la energía también depende del agua? ¡Sí! **El agua es esencial en casi todas las formas de producción de energía**, desde la extracción de combustibles fósiles como el carbón, gas natural o petróleo, hasta la generación de electricidad. **El sector energético se considera el segundo usuario mayor de agua después del sector agrícola.** El consumo de agua en el sector eléctrico depende principalmente de las tecnologías usadas en el proceso de generación de energía eléctrica. Más específicamente, los sistemas de refrigeración son el factor determinante en el consumo de agua.

Y aunque hay algunas formas de generación de electricidad a partir de **fuentes de energías renovables**, **no siempre resulta en un menor consumo de agua.** Por ejemplo, ¿sabías que el consumo de agua en las centrales nucleares es mayor que en las centrales de carbón o gas natural? Esto es debido a que en las centrales eléctricas de combusti-



<https://pixabay.com/es/photos/naranja-rodajas-de-naranja-3036097/>



<https://pixabay.com/es/photos/cerrar-con-llave-defensa-inundaci%C3%B3n-123210/>

bles fósiles se requiere menos refrigeración y, por lo tanto, se tiene un menor consumo de agua. Esto demuestra la importancia de la selección de tecnologías para la generación de energía, lo cual debe ser considerado especialmente en lugares con baja disponibilidad de agua.

Ahora, hablemos de la relación entre el agua y los alimentos. La agricultura es la principal responsable del consumo de agua. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), **alrededor del 70% del consumo mundial de agua se destina a actividades agrícolas, especialmente al riego.** El consumo de agua en la producción de alimentos varía según el tipo de cultivo, las condiciones hidrometeorológicas y el tipo de riego. En los últimos años, la demanda de alimentos ha estado cambiando debido a los estilos de vida y las dietas seguidas por la población. En este sentido, los estudios publicados referentes al consumo de agua en las dietas omnívoras, vegetarianas y veganas, han demostrado que **las dietas vegetarianas y veganas conllevan un menor consumo de agua.** Por ejemplo, una dieta elaborada principalmente con productos de origen animal, necesita aproximadamente cinco metros cúbicos per cápita por día, mientras que una dieta con bajo contenido de alimentos de origen animal necesita aproximadamente la mitad de esa cantidad per cápita por día.

Por otro lado, se requiere energía para la producción de alimentos en el uso de combustibles fósiles para maquinaria, electricidad para bombear agua, energía para producir fertilizantes y en el almacenamiento, procesamiento, distribución y preparación de alimentos. Se estima que aproximadamente el **30% de la energía global disponible se consume en el sector alimentario.**

**Además, ¿sabías que los alimentos o las plantas pueden utilizarse para generar energía?**

Esto se conoce como **bioenergía** y se refiere a la **energía que se obtiene de la biomasa** (plantas). Durante la fotosíntesis, las plantas obtienen energía de la luz solar para convertir CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O en compuestos con alto contenido energético, de esta manera se almacena la energía solar en forma de biomasa, la cual puede ser quemada para transformarla en energía térmica o eléctrica. Es por esto que se considera que la biomasa es un recurso neutro en CO<sub>2</sub>, porque el CO<sub>2</sub> capturado durante la fotosíntesis se libera en la combustión de la biomasa. Esto es importante porque el CO<sub>2</sub> es un gas que contribuye al calentamiento global.

La biomasa **se puede convertir en diversas formas útiles de energía**, como calor, electricidad, combustibles y productos químicos a través de diferentes procesos. La bioenergía aporta alrededor del 12% del consumo mundial de energía. Como ve-

mos, la bioenergía tiene varios impactos positivos, pero la principal desventaja es que requiere grandes cantidades de agua y espacio terrestre.

### Nexo energía-agua-alimentos

El agua, la energía y los alimentos están estrechamente relacionados, dependen el uno del otro y, por lo tanto, un cambio en cualquiera de los sectores hídrico, energético y alimentario tendría una repercusión en alguno de los otros. Debido a las numerosas interconexiones entre estos recursos surgió el **concepto Nexo energía-agua-alimentos**. El nexo se encarga del estudio de las relaciones entre estos recursos para realizar un manejo más eficiente de los recursos. Además, ayuda en la búsqueda de soluciones para crear sistemas que generen un menor impacto ambiental y que contribuyan en diversos aspectos sociales, así como al desarrollo económico de las naciones. Es decir, el nexo energía-agua-alimentos es una **herramienta fundamental para lograr el desarrollo sostenible**.

El enfoque del nexo energía-agua-alimentos es **interdisciplinario y transdisciplinario**. Es interdisciplinario porque estudia los vínculos entre los recursos, sistemas y sectores agua, energía y alimentos, destacando las sinergias entre estos componentes. Y es transdisciplinario porque promueve y mejora la cooperación con diversos grupos sociales y económicos, mejora la gobernanza al ayudar en la formulación de políticas y trata de equilibrar los diferentes objetivos e intereses de los usuarios.

### Pero, ¿cuáles son los desafíos que enfrenta el Nexo energía-agua-alimentos?

El nexo energía-agua-alimentos se enfrenta a grandes desafíos, por ejemplo, el crecimiento de la población, la rápida urbanización, los cambios en

los patrones de demanda y los impactos del cambio climático, factores que han amenazado la seguridad de los recursos. **Para el año 2050, se estima que la demanda de agua incrementará 55%, la demanda de alimentos 60% y la demanda de energía 80%**. Además, los impactos del cambio climático, como las sequías, conducirán a escasez de recursos en algunas regiones, y los fenómenos naturales, que son cada vez más frecuentes, ocasionarán daños en los sectores agua, energía y alimentos. Estos problemas provocarán competencia por los recursos entre distintos sectores. Por lo tanto, es necesario incrementar la capacidad de producción de los recursos agua, energía, alimentos e implementar sistemas más eficientes para disminuir el consumo de los mismos. Sin embargo, esto no es una tarea fácil de resolver ya que al implementar acciones que beneficien alguno de los sectores hídrico, energético o alimentario, se puede afectar negativamente alguno de los otros. Por ejemplo, implementar centrales eléctricas para incrementar la producción de energía podría afectar el acceso a la tierra para fines agrícolas. Además, incrementar la capacidad de centrales eléctricas podría generar emisiones de gases de efecto invernadero y de esta manera contribuir al calentamiento global.

Como podemos observar, implementar este tipo de acciones, que si bien pueden ayudar a la seguridad del agua, la energía y los alimentos, puede tener consecuencias negativas si no se abordan las compensaciones y los impactos en todos los dominios del nexo. Por ello, se debe **seguir analizando la relación entre los recursos para establecer políticas** que refuercen los dominios del nexo y para encontrar nuevas alternativas que consideren aspectos económicos, ambientales y sociales.



Aedo, M. (2021). *Enfoque Nexo en Centroamérica: nuevas estrategias para promover el desarrollo del riego en áreas rurales. Diagnóstico y propuesta de fomento del riego en la agricultura familiar del sur-sureste de México*, CEPAL, ECLAC. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46749/S2000933\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46749/S2000933_es.pdf)

International Renewable Energy Agency. (2015). *Renewable Energy in the Water, Energy and Food Nexus*. [\[Publication/2015/IRENA\\\_Water\\\_Energy\\\_Food\\\_Nexus\\\_2015.pdf\]\(https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA\_Water\_Energy\_Food\_Nexus\_2015.pdf\)](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *El nexo Agua-Energía-Alimentos. Un enfoque en respaldo de la seguridad alimentaria y de una agricultura sostenible*. <https://www.bivica.org/files/agua-energia-alimentos-nexo.pdf>

# ARTÍCULO

## Y volver, volver... ¿Volver?

José Fernando López Pérez



<https://pixabay.com/es/photos/escuela-libros-escritorio-pizarra-926213/>

**José Fernando López Pérez.** Profesor del Colegio de Bachilleres del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.  
[fernando\\_meka@hotmail.com](mailto:fernando_meka@hotmail.com)

**M**ás que un artículo de ciencia, es un cuento corto escrito para que se reflexione, desde la mirada de un profesor de nivel medio superior, sobre el regreso a las aulas mientras la pandemia, provocada por SARS-COV-2, parece próxima a terminar y se habla de una nueva normalidad educativa.

**¿Se debe recuperar el tiempo perdido o continuar con el proceso emprendido?**

Luego del confinamiento, las instituciones educativas procuraron mantener el ejercicio de

enseñanza a distancia, empleando la tecnología al alcance en tareas que, de manera inicial, parecían más enfocadas a mantener ocupados a los estudiantes y actuar ante la emergencia (una inesperada emergencia), que en conseguir el desarrollo de aprendizaje significativo. Este cuento lo recojo de mi **experiencia personal** sobre las actividades realizadas y los mensajes que se conocieron a través de las redes sociales; analizo algunos de ellos y resalto la **efectividad del ejercicio de enseñanza** para los estudiantes y sus profesores, quienes en conjunto, seguro presentan un ánimo renovado para regresar a la tan anhelada normalidad.

### ¿Un regreso anhelado?

Estaba proFer un día sentado desayunando cereal con leche mientras miraba el noticiero. Las notas trataban sobre el cochino coronavirus; el planeta tierra ya le había dado más de una vuelta completa al sol y el tema persistía. La presentadora mencionaba la importancia de vacunarse, no solo para los adultos mayores, sino también para todos aquellos sectores de la población que fueran recibiendo «el banderazo» para hacerlo. *Y cuando me vacuné, el COVID todavía estaba ahí* —pensó mientras veía los reportajes—. Todo parecía indicar que el regreso a la nueva normalidad sería hasta marzo del año 2022, lo cierto es que esta oportunidad cambiaba dependiendo del mes en que se contemplaran las posibilidades.

A finales de mayo de 2021, por ejemplo, todo se miraba muy bien, ya que el proceso de vacunación avanzaba satisfactoriamente y los casos reportados iban a la baja. En junio, el panorama seguía siendo esperanzador, pues los hospitales ya no estaban saturados y la posibilidad de regresar a clases en la segunda mitad del año era más bien una realidad cercana, ya casi se podía respirar. Y ¡Pum! Ese «respirar» seguro que no usaba cubrebocas, porque durante la primera mitad del mes de julio se reportaron aumentos en los contagios, una nueva variante del virus (delta, le llamaron) y una tercera ola de COVID que, una vez más, ponía en jaque a nuestro querido y ya lastimado México. ¿Vamos a regresar a las aulas el siguiente ciclo escolar? Sí, claro, pero ¿Cuándo?

Salió proFer de su morada para acudir a su plantel, debía firmar las actas del ciclo es-

colar que terminaba. Muchos meses habían pasado desde la última vez que estuvo ahí para impartir clases. Con el cubrebocas puesto, como es debido y desinfectante, llegó a la parada para esperar su transporte que, curiosamente, tardó una hora en pasar. *Hay cosas que no cambian* —dijo para sí mientras el transporte recorría su ruta—. Después de 45 minutos llegó a su escuela. La hierba había crecido y había fango debido a las lluvias de aquellos días, pero el plantel lucía radiante. Aunque no se quitó el cubrebocas, estar en ese recinto y mirar caras conocidas fue, en definitiva, una bocanada de aire fresco. Entró a su aula y miró el calendario —jueves 19 de marzo de 2020—, una hojita que era un recordatorio de todo lo que había ocurrido en 20 meses, pero sobre todo, del tiempo que había pasado, los rostros que solían estar en ese espacio, las voces que llenaban el aire y las sombras de quienes solían estar ahí.



<https://pixabay.com/es/photos/estudiante-escuela-primer-d%C3%ada-1666118/>



<https://pixabay.com/es/photos/ni%C3%B1o-ni%C3%B1a-joven-cauc%C3%A1sico-infancia-1073638/>

El tiempo avanza a su ritmo, pero cuando se mira un evento o lugar en retrospectiva, parece que el tiempo transcurrió muy rápido. «Un día como hoy pero de hace un año...» ¡Ay! Típica frase para despertar la nostalgia que guardamos en la memoria. La ocasión no era la excepción y funcionaba muy bien para tener una idea de cuánto tiempo había pasado y, sobre todo, de contemplar la posibilidad de volver a estar ahí. *¿Cuándo podremos regresar?* —Se preguntó proFer—, al tiempo que tomaba la *selfie* del recuerdo para publicar más tarde en Facebook, en caso de que su reducido grupo de seguidores estuviera con el pendiente de saber en dónde había estado... ¡Ajá!, sí.

### ¿Aprendimos algo de esta pandemia?

Además de actuar, de vez en cuando Elizabeth Taylor se aventaba una que otra frase para la hoja de calendario: «**Es extraño que los años nos enseñan paciencia; que cuanto más corto el tiempo, mayor será nuestra capacidad de esperar.**». ¡Ajale! Ese día la señora Taylor andaba muy inspirada y su reflexión invita a pensar, **¿qué hemos aprendido de esta pandemia?** La respuesta puede variar dependiendo de a quién se le pregunte, pero si se ha de meditar en torno, por ejemplo, a la escuela en

tiempos de la postpandemia (a propósito de que proFer es docente), entonces es preciso reconocer la realidad y la diversidad cuando pensamos en bachillerato o escuela.

Hablar de la escuela conduce a realizar una elección para saber de cuál de todas se va a hablar. Los actores de cada una, seguro que tendrán una opinión mucho más cercana a la realidad de la que surja luego de ver los noticieros y revisar las redes sociales, ¿qué es verdad entre tanto *meme* que comparten las masas? Durante la pandemia y el confinamiento, se ha hablado mucho de las y los profesores y sus **esfuerzos extraordinarios para mantener el aprendizaje**, aún sin asistir a las aulas, lo que sin duda es digno de reconocer. No obstante, también conviene revisar esos esfuerzos y **meditar en torno a ellos**. Por ejemplo, fue a través de las redes sociales que se atestiguó del esfuerzo de una profesora que le agradecía a su hijo por enseñarle a enviar un documento a imprimir; en la hoja impresa podía leerse un agradecimiento por el apoyo y la tolerancia.

Una primera impresión al respecto, conduciría a felicitar a la profesora, pero ¿En serio no sabes enviar un documento a imprimir? Antes de la pandemia, el magisterio, en general, reconocía su

capacitación constante, fruto del compromiso con la educación y el aprendizaje de la niñez y juventud mexicana. Pero si no sabes ni enviar un documento a imprimir, ¿de verdad estabas capacitándote? Y si lo hacías, ¿cómo te capacitabas? El proceso de formación continua que presumían los docentes debería estar en tela de juicio para evaluar su efectividad y la celeridad con la que los profesores se preparan. Una enseñanza de la pandemia estriba, precisamente, en reconocer que **no todos los profesores son tan buenos y abnegados** como rezan sus eslóganes. No está mal reconocer la ignorancia personal, y a muchos, la pandemia se las hizo saber.

### Presencial o a distancia, he ahí el dilema

«Ya hay que regresar a clases presenciales, a distancia ni aprendemos nada». **La efectividad de la educación a distancia también ha sido cuestionada**, o mejor dicho, negada. No son extraños los argumentos y los *memes* que aseguran que los estudiantes no han aprendido nada de lo que marcan los programas de estudio durante el tiempo que han permanecido en casa debido a la pandemia. Lo cierto es que los estudiantes se inscribieron a un curso

presencial y probablemente no estén familiarizados con el estudio en línea. Dicho de otra forma: el alumno no eligió estudiar a distancia. Pero (siempre hay un pero que valga, y este «pero» lo es) conviene de nueva cuenta analizar la realidad, esta vez de los estudiantes, que en un primer momento se pueden asumir como nativos digitales, pero que la pandemia ha dejado al descubierto que no lo son. O más bien, lo son cuando les conviene. Un estudiante que comparte memes cada hora en su perfil o que graba TikToks para publicar en su muro, ¿no sabe utilizar un sistema de aprendizaje? **Usar tecnología para aprender no es el fuerte de la juventud actual.**

Otra verdad que dejó la pandemia al descubierto es que, aunque la tecnología es un auténtico puente entre un individuo y el conocimiento, **no todos disponen de la infraestructura o los recursos para acceder a ella.** Muchos estudiantes tuvieron que sumarse a la fuerza laboral de sus hogares para llevar el sustento a sus familias, por lo que ponerle atención a la explicación del profesor mientras se hacía un trabajo, es mucho pedir para cualquiera. Aun así, es posible encontrar pseudoalumnos ausentes en las plataformas de aprendizaje, pero muy





<https://pixabay.com/es/photos/estudiante-escuela-aprender-411947/>

presentes en sus redes sociales. Dejar de hacer es fácil, inventar pretextos también. Así que escuchar a un individuo decir que con las clases a distancia «no ha aprendido nada», conduce a recordar a Lilia Prado en la película *Subida al cielo*: «Cuando el panadero es malo, le echa la culpa a la harina». ¡Cuánta razón tenía Lilia!

### ¿Cómo volver a la vida presencial en la escuela?

Concluyendo con sus deberes en el plantel, proFer abordó su transporte de regreso a casa, pensando en todos estos choros que han quedado escritos. Miró hacia su escuela y se dijo: *¿Cuándo habré de volver?* Era algo distinto al período de aprendizaje que había tenido durante la pandemia como estudiante en la universidad, ya que su programa de estudios era a distancia antes de comenzar la cuarentena. Era la única manera de estudiar en Querétaro sin dejar de vivir en Hidalgo. ¿Cómo sería la vida universitaria luego de la pandemia? Para proFer no iba a haber mucha diferencia, es más, ya iba a egresar. Pero contempló las posibilidades a través de la ventanilla de su transporte; regresar a la escuela implicaba un protocolo más serio que un bote de gel antibacterial sobre un banco o un trapeador mojado con cloro en la entrada.

No es que estas medidas fueran vanas, en realidad eran muy necesarias, pero la certeza para poder estudiar libres de COVID debía comenzar desde el hogar. La convicción de mamá y papá para apoyar a los estudiantes y monitorearlos de manera constante era, a juicio de proFer, la premisa para poder volver. Si se deja toda la responsabilidad únicamente a la escuela, entonces no será raro hablar de casos positivos durante la primera semana. Seguramente todos hemos visto a neandertales modernos que usan cubrebocas, pero se lo quitan para toser o estornudar. Madres, padres, estudiantes, directivos y profesores habrían de conducirse previendo el acecho de estos seres, listos para hacerles frente y mantenerse a salvo.

La escuela no volverá a ser la misma, y si algo más podemos aprender de la pandemia, es que **resulta preciso incorporar tecnología al ejercicio de enseñanza a fin de que esta se vuelva cotidiana** para el estudiante. La tecnología para educar se tomó en cuenta ante la emergencia, como quien se ahoga en el agua y tiene que alcanzar un salvavidas. En cambio, aprender a nadar desarrolla el conocimiento necesario para usar el salvavidas cuando la ocasión lo amerite y no porque no hay otra alternativa. La **preparación del personal educativo** habrá

de estar estrechamente **orientada al uso de cursos virtuales y plataformas de aprendizaje** para complementar su ejercicio cotidiano en el aula. No obstante, todo el esfuerzo que se realiza para fomentar la lectura y la investigación bibliográfica debe reforzarse, pues es una habilidad imprescindible en la vida y tal vez lo sea aún más en un ambiente educativo a distancia. Un alumno que no sabe leer preguntará en dónde está la salida, aun cuando tenga el anuncio enfrente.

*¡Bajo en el puente peatonal!, —gritó proFer para comenzar su recorrido a casa—.* Cierto es que todo este período de la pandemia había sido frustrante, pero es mejor mirar el vaso medio lleno y darse cuenta de que hubo y habrá alumnos que lo logran, que sí pueden, que sobrepasan las expectativas y que, a pesar de la adversidad, aprenden. Definitivamente, son luces que alumbran el camino del educador. Cuando la cuarentena termine y volvamos a las aulas a plenitud, sin importar que sea un salón de jardín de niños, bachillerato o universidad, seremos varios los que apreciaremos más la presencia del resto, habrá también quienes hubieran

preferido quedarse en casa (un lugar más cómodo para seguir haciendo nada). Lo cierto es que aquellos que sí participaron y sí trabajaron, se descubrirán a sí mismos más preparados, más autónomos y más capaces de afrontar y superar los problemas por venir. Habremos recorrido el camino de la serpiente y seremos más fuertes.

### Llegó el día... de volver

Un día también para recordar fue cuando proFer se levantó de la cama a las 5:20 de la mañana, el tercer lunes de febrero de 2022, como lo hacía en el pasado, antes de ese 19 de marzo de 2020. Lavó su cara, cepilló sus dientes y se vistió (se había bañado la noche anterior, no piensen mal). Desayunó cereal con leche, cepilló nuevamente sus dientes y salió de casa. El sol todavía no había salido, eran las 6:10 de la mañana cuando miró llegar el transporte que lo llevaba a su escuela, esta vez sí de manera

puntual en la parada. Miró por la ventanilla el camino incierto. No era una nueva vida, era la misma, pero distinta.



Aretio, L.G. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 9-32. <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/28080/21886>

Bailey, T.L., Johnson, J., Grant, C.E. y Noble, W.S. (2015). The MEME suite. *Nucleic acids research*,

43(W1), W39-W49. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25953851/>

Grupo Técnico Asesor de Vacunación Covid-19. (2021). Priorización inicial y consecutiva para la vacunación contra SARS-CoV-2 en la población mexicana. Recomendaciones preliminares. *Salud pública de México*, 63(2), 286-307. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/12399/12082>

## ARTÍCULO

# Ácido fólico para hombres ¡Encapsulado mejor!

Karen Aloha Castillo y Nelly Flores Ramírez



Pastillas multivitamínicas con ácido fólico. <https://mejorconsalud.com/beneficios-acido-folico-hombres/>

**Karen Aloha Zavala Castillo.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Químico Farmacobiología y miembro del Laboratorio de Polímeros de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[o8o2o63e@umich.mx](mailto:o8o2o63e@umich.mx)

**Nelly Flores Ramírez.** Profesora-Investigadora, Laboratorio de Polímeros de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[fnnelly@umich.mx](mailto:fnnelly@umich.mx)

**E**n nuestro país, la Secretaría de Salud a través de la **campana nacional de suplementación de ácido fólico** (vitamina B9), promueve constantemente su ingesta en mujeres que buscan un embarazo sano, esto con la finalidad de **reducir la posibilidad de que nazcan bebés con alguna discapacidad o malformación**. Dichas recomendaciones van dirigidas principalmente a mujeres en edad fértil, debido a que la mayoría de los embarazos no son planeados e inician el consumo de pastillas con ácido fólico de

forma tardía, incrementando la posibilidad de defectos como espina bífida, anencefalia, e incluso un parto prematuro.

Sin embargo, **no se menciona la importancia que también tiene para los hombres** en edad adulta, principalmente para aquellos que desean tener hijos y no lo han logrado después de al menos un año de tener relaciones sexuales sin usar algún método anticonceptivo. Diversos estudios consideran que aproximadamente entre el 30% y el 50% de las parejas con problemas de fertilidad, se relaciona con alteraciones durante la formación de los espermatozoides.

Actualmente, se están desarrollando diversas investigaciones acerca de los posibles **beneficios del ácido fólico en la salud reproductiva masculina**; algunos resultados preliminares sugieren que dicho ácido podría ser un elemento coadyuvante para el tratamiento de infertilidad en hombres, mostrando un nuevo panorama para aquellas parejas que con resultados negativos han intentado tener un hijo. Para descartar problemas de concepción por falta de dicho compuesto, se sugiere cumplir con la **dosis diaria recomendada** de ácido fólico establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual es de **0.4 miligramos** (adultos). Dado que los problemas de fertilidad masculina se deben a muchos factores,

tanto fisiológicos como psicológicos, se recomienda que los hombres se realicen un estudio para conocer la calidad de su esperma y establecer un pronto diagnóstico e iniciar un tratamiento adecuado.

### Ácido fólico y la salud masculina

En el hombre, el ácido fólico (la forma sintética del folato) contribuye al mantenimiento estructural del ADN contenido en los espermatozoides, ya que transmite información genética al óvulo para que el feto se desarrolle de forma normal y sana, por lo que una deficiencia puede originar problemas de concepción o bebés enfermos. La infertilidad masculina se puede deber a muchos factores, e incluso existen casos donde se desconoce la causa que lo origina, por lo tanto, el estado nutricional podría ser un factor limitante; sin embargo, no ha sido suficientemente estudiada y podría ser una causa importante de daño en la función reproductiva masculina por la falta de micronutrientes como vitaminas, entre las cuales se menciona al ácido fólico. **Algunas investigaciones indican que la deficiencia de ácido fólico se relaciona con la disminución en el número de espermatozoides.**

De igual manera, hay medicamentos usados en el tratamiento de padecimientos como la artritis



La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) aprobó la fortificación de harina de maíz con ácido fólico en 2016. [http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/74760-aprueban-harina-acido-folico-](http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/74760-aprueban-harina-acido-folico)



<https://pixabay.com/es/photos/padre-hija-familia-ni%C3%B1o-beb%C3%A9-5093047/>

tis, epilepsia, quimio-fármacos, entre otros, que interfieren con el metabolismo del ácido fólico evitando que se absorba de manera adecuada, lo que provoca una baja concentración en el cuerpo humano. A pesar de que existen diversos ensayos clínicos que estadísticamente informan que la suplementación con ácido fólico (por lo menos durante seis meses) mejoró los parámetros del semen y aumentó la concentración de esperma en hombres subfértiles o con fertilidad reducida, la influencia de la deficiencia de ácido fólico sobre la espermatogénesis no ha sido aclarada todavía.

Por estas razones, es de suma importancia que los hombres consuman suplementos con ácido fólico, aunque es poco común observarlos en las farmacias comprando de forma voluntaria pastillas que lo contienen, debido a que **la mayoría relaciona esta vitamina con el embarazo** y los pocos hombres que sí la toman de forma regular, lo hacen porque ya viene incluida en suplementos multivitamínicos sin preocuparse por la cantidad

que ingieren, la cual no siempre es la adecuada para cumplir con la dosis diaria recomendada por la OMS, por lo que resulta más fácil y práctico consumirlo a través de un alimento fortificado o adicionado con ácido fólico.

#### **Alimentos con ácido fólico añadido**

En 2016, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) aprobó la **fortificación de harina de maíz con ácido fólico** por ser uno de los productos más consumidos por la población en general y debido a la variedad de alimentos que se pueden elaborar a partir del mismo. Esto permite a los fabricantes añadir voluntariamente hasta 0.7 miligramos de ácido fólico por libra (454 gramos) de harina.

En la actualidad, con el propósito de que las personas consuman en cantidades adecuadas ácido fólico de forma regular, los fabricantes pueden emplear ácido fólico como un ingrediente opcional

en la elaboración de cereales para el desayuno y productos como tortillas, panes y pastas. También **está permitida su incorporación a la leche de fórmula para bebés** y alimentos de formulación médica e incluso algunos jugos. Sin embargo, el ácido fólico puede destruirse durante las cocciones prolongadas de los alimentos en abundante agua, con el recalentamiento de la comida o por exposición directa a la luz natural durante su almacenamiento. Por consiguiente, la industria alimentaria ha buscado la manera de evitar la destrucción mediante diversas técnicas como la encapsulación.

### Ácido fólico encapsulado para uso alimentario

Estamos viviendo una época donde los alimentos procesados o precocidos, se han vuelto muy populares por el estilo de vida actual. En este sentido, la industria alimentaria busca nuevas alternativas para el desarrollo de **alimentos procesados más nutritivos**, con mejor sabor y textura, mediante el empleo de la nanotecnología para encapsular micronutrientes, como vitaminas y minerales. **A través de la nanoencapsulación se pueden atrapar ingredientes alimentarios** en el interior de partículas o fibras muy finas (con un tamaño que puede abarcar desde micrómetros hasta nanómetros) por medio de diferentes agentes encapsulantes como carbohidratos (almidón, alginato, pectina, quitosano, maltodextrina, entre otros), proteínas (caseína, aislado de proteína de amaranto, entre otras) y recientemente se ha recurrido al uso de biopolímeros de uso alimentario derivados de la celulosa (metilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, carboximetilcelulosa, entre otros) para dicho fin.

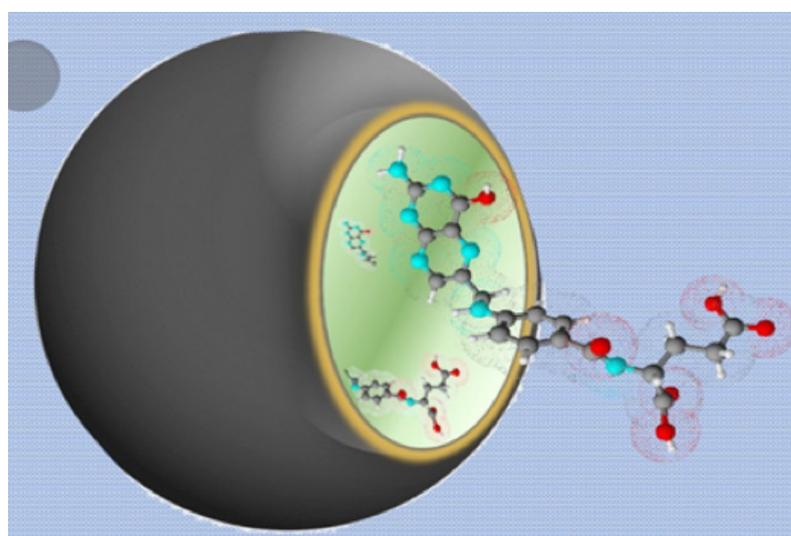
Además de evitar la degradación o pérdida de nutrientes por altas temperaturas, luz natural, humedad y pH ácido de productos líquidos, este proceso permite enmascarar sabores amargos o desagradables para hacer alimentos más atractivos.

### Ácido fólico encapsulado

Las investigaciones acerca de **la encapsulación del ácido fólico proponen llevar a cabo la fortificación** de alimentos al agregar nanopartículas o nanofibras con vitaminas en lugar de añadirlas de forma pura para evitar que se pierdan durante la elaboración de alimentos. Por ejemplo, se podrían utilizar nanopartículas de maltodextrina (un carbohidrato) y proteína de suero de leche para atrapar ácido fólico y añadirlas a productos en polvo como la harina de maíz o trigo.

Otra manera en la que podría llevarse a cabo la fortificación de bebidas como el jugo de manzana o de naranja, por la acidez que tienen, sería al agregar nanopartículas de gel de sílice con ácido fólico, el cual, a pesar de ser un material inorgánico, su consumo resultó inocuo y seguro en bajas cantidades. También se ha encapsulado el ácido fólico junto con antioxidantes del té verde (polifenoles) en nanopartículas de caseína (proteína de la leche), las cuales son ideales para aquellos alimentos que requieren pasteurización o tratamientos con altas temperaturas para de esta manera evitar que se pierdan los nutrientes sin cambiar el color del alimento.

A principios de 2020, distintas investigaciones demostraron que es posible fabricar nanofibras de almidón de papa, zeína (proteína del maíz), gelatina y alginato para proteger al ácido



Ácido fólico encapsulado. Elaboración propia.

fólico de altas temperaturas, luz ultravioleta proveniente de la luz solar y de la acidez en productos líquidos como jugo de cítricos por varios meses.

### El beneficio del ácido fólico en hombres

Es muy importante que los hombres tomen conciencia acerca de los beneficios que ofrece el consumo adecuado de ácido fólico en su salud. Si bien los resultados acerca de su uso en el tratamiento de infertilidad masculina no son concluyentes —algunos estudios consideran que su presencia en cantidades adecuadas ejerce un efecto positivo para prevenir la aparición de problemas de fertilidad, mientras que otros sugieren que no hay diferencias significativas en la calidad de los esperma-

tozoides si se consume o no el ácido fólico—, en general, los especialistas informan acerca de la **utilidad que tiene el ácido fólico en el bienestar tanto de hombres como mujeres**, y que gracias a las investigaciones que siguen en proceso, se promueven nuevas formas de llevar a cabo la fortificación de alimentos para evitar de esta manera una deficiencia de ácido fólico.



Crnivec, O., Istenic, K., Skrt, M. y Ulrih, N. (2020). Thermal protection and pH-gated release of folic acid in microparticles and nanoparticles for food fortification. *Food & Function*, 11(9), 1467-1477. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/fo/c9fo02419k>

Lopera-Cardona, S. y Gallardo-Cabrera, C. (2010). Estudio de la fotodegradación de ácido fólico encapsulado en microesferas de goma arábiga y maltodextrina. *Revista Cubana de Farmacia*, 44(4), 443-455.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152010000400003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152010000400003)

Veloso, F. y Della-Rocca, P. (2015). Encapsulación de ácido fólico en matrices poliméricas diferentes. *Proyecciones*, 13(2), 37-46. <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/5522/Proyecciones%20Octubre%202015%20Veloso%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# TECNOLOGÍA

## ¿Cómo será la movilidad en el futuro?

Juan Guerrero-Ibañez y Juan Contreras-Castillo



<https://pixabay.com/es/photos/tel%C3%A9fono-m%C3%B3vil-ciudad-magia-apple-4969404/>

**Juan Guerrero-Ibañez.** Profesor e Investigador de la Universidad de Colima, Facultad de Telemática. Colima, México.  
[antonio\\_guerrero@ucol.mx](mailto:antonio_guerrero@ucol.mx)

**Juan Contreras-Castillo.** Profesor e Investigador de la Universidad de Colima, Facultad de Telemática. Colima, México.  
[juancont@ucol.mx](mailto:juancont@ucol.mx)

Las ciudades cada día son más caóticas. Más del 56% de la población de este planeta vive en las zonas urbanas y se estima que este porcentaje crecerá a más del 68% en las próximas décadas. Esta concentración de personas ha ocasionado que el nivel de vida en las grandes urbes se deteriore debido a problemas como el congestionamiento vial y los altos niveles de contaminación. Los ciudadanos se enfrentan día a día a serios problemas de congestionamiento vial (atascos, tiempos excеси-

vos para traslados, altas emisiones de gases, entre otros), lo que incrementa la irritación y el estrés en las personas. Al mismo tiempo, las altas emisiones de gases dispararon el número de enfermedades de carácter respiratorio. Según la Organización Mundial de la Salud, **9 de cada 10 personas se enfrentan a mala calidad del aire**, lo que ocasiona un alto número de **muerres prematuras**. Adicionalmente, las personas que viven en las grandes ciudades invierten un mayor tiempo en traslados de un punto a otro. Se estima que los conductores pierden alrededor de 50 horas al año en atascos, lo que impacta la economía en casi 1% del producto interno bruto.

### ¿Cuáles son las causas que ocasionan el congestionamiento vial?

Muchos factores han contribuido al problema de congestionamiento vial. Por ejemplo, durante décadas, era común que las personas compraran un vehículo para uso personal y desplazamientos cotidianos (ir al trabajo, a la escuela, al hogar, e incluso realizar actividades de esparcimiento). Sin embargo, este uso descontrolado de los vehículos impacta en la congestión vial y en la contaminación ambiental con el consecuente impacto negativo en la movilidad urbana.

Por otro lado, las instituciones responsables de la administración de los servicios de movilidad en las grandes ciudades, se han enfocado en mejorar e incrementar la infraestructura vial, pensando que esa es la solución al problema. Sin embargo, esta es una solución «temporal» y con el tiempo reinciden los problemas debido a factores como el incremento en el número de nuevos vehículos y su uso desmedido, la carencia de transporte alternativo y la falta de regulaciones para la administración de su uso. Otras medidas que se han tomado son la creación de zonas bajas en emisiones, o la tarificación por acceso a zonas de acuerdo con las condiciones de tráfico. La idea de estas medidas es reducir los niveles de contaminación y controlar de mejor forma el tráfico a través de la disminución de coches que pueden moverse por la zona.

Sin embargo, **es necesario crear soluciones de movilidad innovadoras**, enfocadas en la creación de un modelo más sostenible, asequible y confortable, pero que contribuyan en la disminución de los problemas negativos a nivel social, económico y del ambiente que se generan con el modelo de movilidad actual. El objetivo es crear soluciones orientadas a las demandas de los ciudadanos y que generen ciudades limpias.



<https://pixabay.com/es/photos/autom%c3%b3vil-carretera-la-carretera-962083/>



<https://pixabay.com/es/photos/smartphone-edificios-imagen-5231499/>

### Las claves para la movilidad del futuro

Para intentar solventar los problemas de movilidad que sufren los ciudadanos, se debe crear una nueva visión global que genere un sistema de movilidad eficiente y sustentable. A continuación, se presentan algunas claves para eficientar el sistema de movilidad:

1. **Mejorar las condiciones de la infraestructura** de transporte y crear diferentes alternativas de movilidad que satisfaga la demanda de la población, pero que al mismo tiempo contribuya a resolver los problemas mencionados anteriormente.
2. **Generar un marco regulatorio** para administrar los servicios de movilidad, tanto tradicionales como innovadores, que se ofrezcan en las ciudades.
3. **Crear un sistema de movilidad innovador, sustentable, incluyente, con alta disponibilidad y accesible** a todos los ciudadanos, impulsado por la inversión, la aplicación de las tecnologías digitales actuales y la generación de regulaciones que coordinen el uso y aplicación de los sistemas.

### Los pilares de la movilidad del futuro

En los últimos años se han impulsado nuevas tendencias y tecnologías con el fin de generar una

revolución disruptiva en el sector del transporte urbano, tales como:

**Coches eléctricos.** Surgen con la idea de eliminar el uso de combustibles fósiles para generar un entorno de movilidad sostenible, responsable con el medio ambiente, que contribuya a reducir las emisiones de gases contaminantes.

**Movilidad compartida.** La idea principal es que un coche sea utilizado entre varias personas al mismo tiempo, en lugar de conducir coches individuales, reduciendo el número de vehículos circulando por las calles y las emisiones de gases contaminantes.

**Coches autónomos.** Pensados en trasladar a las personas desde su origen hasta su destino, calculando la mejor ruta, reduciendo el tráfico, la demanda de lugares de estacionamiento, la necesidad de propiedad de un coche de manera particular y contribuyendo a la mejora de la calidad del aire.

**Movilidad conectada.** El Internet de las Cosas está promoviendo la movilidad conectada, en la cual, todos los elementos que intervienen tienen comunicación entre ellos para compartir información y reducir las posibles situaciones de peligro en el camino, conocer los lugares de estacionamiento disponibles, las rutas congestionadas, los accidentes viales, entre otros.

**Inteligencia artificial.** Las tecnologías de inteligencia artificial permitirán un rápido procesamiento de toda la información recopilada por los diferentes elementos participantes del nuevo modelo de movilidad, y aplicará algoritmos inteligentes que optimicen rutas, regulaciones de semáforos con base en la demanda de tráfico, entre otras muchas funciones.

### El nuevo enfoque de la movilidad

¿Te imaginas que existiera un mecanismo que pudiera mejorar la movilidad en las ciudades? ¿Te imaginas que este mecanismo fuera capaz de beneficiar a los usuarios, a los proveedores del servicio de transporte y que también contribuyera a reducir los niveles de contaminación de las grandes ciudades?

En los últimos años, se ha realizado un esfuerzo por crear un modelo que eficiente la movilidad en las ciudades. Una de las iniciativas para mejorar el sistema de movilidad es hacer frente al número de coches privados que circulan por las calles de las grandes urbes. El esfuerzo se está enfocando en la creación de un nuevo ecosistema de movilidad, apegado directamente a la visión de ciudades inteligentes, e interconectadas. Este nuevo ecosistema se conoce como **movilidad como servicio** (MaaS, por sus siglas en inglés) y alinea los modos de trans-

porte existentes y futuros en una estrategia cohesionada.

### ¿Qué es la movilidad como servicio (MaaS)?

La movilidad como servicio plantea uno de los mayores cambios para el proceso de traslado o desplazamiento en las ciudades. En la actualidad, el sistema de transporte público no cubre el modo de movilidad conocido como «puerta a puerta», que **hace referencia al trayecto desde que el usuario sale de su lugar de origen hasta que llega a su lugar de destino**, el cual ha sido cubierto por los autos privados. Aquí es donde entra el concepto de movilidad como servicio con la integración de los servicios de transporte públicos y privados, así como los de «última milla» (traslado desde la estación de transporte, hasta su destino final), a través de una herramienta unificada que atienda las necesidades de movilidad de los usuarios y que, al mismo tiempo, les permita un pago único por todos los medios de transporte utilizados sin tener que pagarlos individualmente. Pero, ¿qué quiere decir todo esto? Es muy fácil, **MaaS pretende ofrecer a los usuarios soluciones de movilidad personalizadas acordes con sus necesidades.**

En pocas palabras, los usuarios demandan esquemas de movilidad que les facilite trasladarse desde un punto a otro de una manera fácil, fluida,



<https://pixabay.com/es/photos/tranv%C3%ada-sevilla-tr%C3%A1fico-transporte-4092735/>

rápida, cómoda y, sobre todo, asequible. Es decir, MaaS parte de una demanda del usuario (necesito que me presentes opciones de movilidad para desplazarme de un punto A a un punto B).

Este nuevo modelo de movilidad **utiliza la tecnología digital para ofrecer servicios avanzados de transporte público y privado**. A través de diferentes elementos como información de viaje, conectividad completa y sistemas de pagos integrados, se cubrirán completamente las necesidades de movilidad de los usuarios. Con todas estas características se tendrá un tipo de movilidad más sostenible, centrado en las necesidades del usuario y que genere las mejores alternativas de trayecto (de acuerdo con factores como precio, tiempo, entre otros). En la actualidad, MaaS emerge como una alternativa de movilidad; las tecnologías comenzarán a generar mejoras que le permitan alcanzar la madurez necesaria para posicionarse como el modelo de movilidad del futuro. **Se espera que MaaS se consolide en 2030** en muchas de las ciudades más innovadoras del mundo. La penetración de MaaS en el mercado será de forma paulatina, sobre todo pensando en las diferentes generaciones que conviven actualmente en las ciudades. De esta manera, el primer grupo en el que MaaS se enfocará, será en el de los jóvenes acostumbrados al uso de la tecnología móvil; posteriormente, los usuarios transitorios, es decir, aquellos que vean que el desplazamiento es tan cómodo que poco a poco renuncien a su vehículo particular. Finalmente, cuando el servicio esté maduro, será adoptado por casi toda la sociedad.

Su funcionamiento es simple, **se utiliza una APP desde el teléfono móvil** que muestra al usuario un listado de opciones de trayecto con base en la información de movilidad proporcionada por el usuario. Se genera un boleto único, el cual se utiliza como su abono de viaje en todos los transportes que el usuario requiera abordar. Los cobros de los diferentes trayectos que se deben de hacer para llegar al destino se centralizan y solamente se hace un pago total.

### ¿Qué beneficios aporta MaaS?

Como primer beneficio podemos mencionar la **sostenibilidad**, MaaS pretende concientizar a las personas para utilizar los servicios de transporte público, privado y compartido en lugar de vehículos privados, reduciendo así el número de vehículos en las calles, carreteras, autopistas y las emisiones de CO<sub>2</sub>, la congestión vial y los tiempos de viaje. Los ciudadanos podrán acceder a servicios de movilidad inteligente, personalizado, de fácil acceso, de alta calidad y, sobre todo, a precios asequibles, ya sea a través de suscripción mensual o pago por uso. Los dueños de vehículos pueden utilizar MaaS para alquilarlos cuando no los usan, y con ello recuperar los costos de gastos asociados al coche. Los operadores de transporte, tendrán una herramienta que le permitirá distribuir sus recursos con base en la demanda de la zona, optimizando el uso de sus unidades y obteniendo mejores ingresos con respecto a la relación recurso-uso.

Finalmente, la movilidad como servicio es un paso importante hacia la creación de servicios digitalizados que impulsen el desarrollo de ciudades inteligentes.



Schweiger, C. (2017). Bringing Mobility as a Service to the United States: Accessibility Opportunities and Challenges. *The National Aging and Disability Transportation Center (NADTC)*, 14 pp. <https://www.nadtc.org/wp-content/uploads/Bringing-Mobility-as-a-Service-to-the-US-Accessibility-Considerations-Final.pdf>

Nieblas, M. (s.f.). El auge de la movilidad como servicio (MaaS). *Deloitte*. <https://www2.deloitte.com/mx/es/pa->

<ges/manufacturing/articles/movilidad-como-servicio.html>

Vélez Iglesias, A. y Ferrer Aldana, J. (2019). La movilidad como servicio: una perspectiva tecnológica para mejorar la movilidad urbana. *eSMARTCITY.ES, Todo sobre ciudades inteligentes*. <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-movilidad-servicio-perspectiva-tecnologica-mejorar-movilidad-urbana>.

# UNA PROBADA DE CIENCIA

## Cómo percibimos el mundo

Horacio Cano Camacho



**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)

Ahora sabemos que el cerebro es el gran organizador de todos los procesos del cuerpo, ya que recibe las señales no solo de interior, sino también del medio, a la vez que articula las respuestas debidas. Asimismo, en el cerebro residen todos los procesos mentales que nos hacen ser lo que somos, incluyendo la conciencia de nosotros mismos. Pero esta noción es relativamente nueva. En el mundo antiguo, desde Egipto hasta la Grecia Clásica, el cerebro no tenía mayor importancia, pues se pensaba que los procesos mentales se localizaban en el corazón, o en los órganos de los sentidos, incluso que residía fuera del cuerpo.

Los sentidos son un sistema que nos permite la intermediación entre la naturaleza y nuestro cerebro. Hoy vamos a platicar de uno en particular: el olfato, y lo haremos de la mano de un excelente texto de divulgación titulado *Una cuestión de olfato*, del neuroetólogo Bill Hansson (Crítica, 2022). Desde el arranque, Hansson propone una visita al mundo antiguo, un panorama de olores muy diferentes al que nos enfrentamos en la actualidad y eso, de entrada, nos plantea varias preguntas: ¿Olemos, nosotros y nuestro ambiente, de la misma manera que, digamos, en el siglo XIII? ¿Cómo han cambiado los olores en el tiempo y nuestra manera de detectarlos? Estamos hablando de evolución sensorial.

Si a mí me pusieran —por aquello de que los viajes en el tiempo ya fueran posibles— en el medioevo, ¿me podría orientar?, ¿sería capaz de identificar una señal de peligro? Y lo mismo pudiéramos ensayar con un hombre de aquella época colocado en medio de una de nuestras modernas ciudades o centros comerciales.

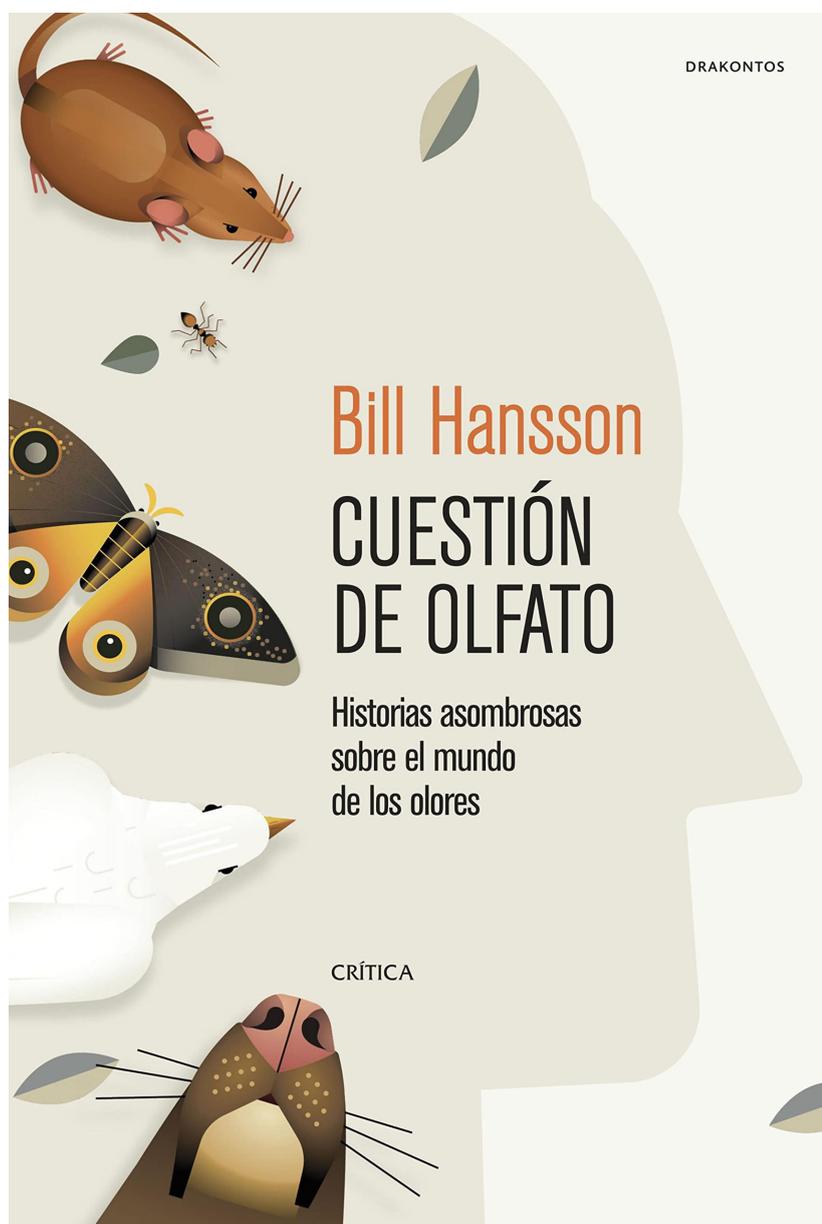
Ahora imaginemos el cambio de patrones odoríferos en la naturaleza. Por desgracia, no solo hemos cambiado el ambiente con nuestra actividad, modificado el uso del suelo, contaminado los cuerpos de agua, el aire y el suelo, sino que también hemos modificado a qué huele nuestro entorno, lo cual debe tener consecuencias para el resto de los seres que habitan este planeta. Un insecto, por ejemplo, se guía hacia la hembra o hacia una flor a través de señales químicas, y si nosotros nos sentimos confundidos en un ambiente con olores muy distintos a los que están grabados en la memoria olfativa, piense en la confusión del resto de seres vivos...

El paisaje de olores está cambiando y mucho tiene que ver con nosotros. ¿Cuáles pueden ser las consecuencias? Hansson propone un ejercicio: visitar un bosque cercano y tratar de registrar los olores, seguramente si intentamos comparar con una experiencia previa, nos daremos cuenta de que ya no huele igual, no están los mismos árboles, ni la

misma hierba, probablemente, ni los mismos hongos. Ahora el bosque es un relicto rodeado de cultivos de maíz o trigo, habrá agroquímicos, humo de motores y plantas invasoras.

Un mosquito se orienta y localiza la fuente de alimento —nosotros— por nuestra huella de CO<sub>2</sub>, pero si este gas está aumentando dramáticamente su concentración, ¿qué pasará ahora con el mosquito? Alguien puede pensar que es una ventaja para nosotros, pero este aumento de concentración rompe también otros ciclos de aromas y altera completamente su paisaje, al cambiar las temperaturas, los patrones de floración y la emisión de las propias señales odoríferas de las plantas.

Sobre todas estas historias platica Bill Hansson en este maravilloso libro, *Una cuestión de olfato*, que nos hará reflexionar sobre un sentido muy subestimado. Recomendable para todos, chicos y grandes y, en particular, para los profesores de cualquier nivel. Ojalá comencemos a prestarle más atención al paisaje de aromas.



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## Leptina: La hormona de la saciedad

J. Betzabe González Campos y Alejandra Pérez Nava



**J. Betzabe González Campos.** Profesora e Investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[jbgonzalez@umich.mx](mailto:jbgonzalez@umich.mx)

**Alejandra Pérez Nava.** Colaborador Postdoctoral, Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

[alejandra.perez@iquimica.unam.mx](mailto:alejandra.perez@iquimica.unam.mx)

**E**l sobrepeso y la obesidad son un problema de salud pública que conduce al padecimiento de enfermedades como la diabetes mellitus tipo 2, a la vez que aumenta el riesgo de padecer enfermedades crónicas degenerativas, como insuficiencia renal, hipertensión arterial, males cardíacos y algunos tipos de cáncer. En los últimos años, estos problemas han alcanzado proporciones epidémicas y, especialmente en México, el porcentaje de obesidad y sobrepeso en niños y adultos es realmente alarmante.

De acuerdo a la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), en México, el grupo de edad entre 30 y 59 años, es el que presenta mayores niveles de obesidad y sobrepeso, y de acuerdo al Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por las siglas en inglés), uno de cada 20 niñas y niños menores de 5 años, y uno de cada tres entre los 6 y 19 años, padece obesidad o sobrepeso. Seguramente no es la primera vez que lees al respecto... pero, te has preguntado **¿Qué hay detrás de este problema de salud?**

Es muy común que relacionemos la obesidad y el sobrepeso con el consumo excesivo de alimentos (sobre todo de aquellos poco o nada saludables) y con el sedentarismo, pero no solo es eso, otros factores también están relacionados, por ejemplo, la edad, el género, la raza, el estado emocional y los factores socioculturales, conductuales y genéticos.

La obesidad se considera además una **condición médica altamente hereditaria**, estimando que de un 70 a un 80% de las variaciones de nuestro peso corporal, pueden explicarse por factores genéticos. Esta base genética fue explicada por primera vez en la década de los 90 por Jeffrey Friedman y Douglas Coleman, cuando identificaron por primera vez y clonaron la leptina, una hormona que produce nuestro cuerpo. ¿Habías escuchado hablar sobre esta hormona y cuál es su función en nuestro cuerpo?

### Leptina: la hormona de la saciedad

La leptina, descubierta en 1994, es una **hormona involucrada en la regulación del peso corporal** y es la encargada de mandar una señal de saciedad a nuestro cerebro para indicarle que estamos satisfechos. La palabra leptina deriva de la raíz griega *leptos* que significa 'delgado'. Esta hormona proteica la produce nuestro cuerpo en el tejido adiposo blanco, es decir, en el tejido graso, pero también se han detectado cantidades más pequeñas de esta hormona en otros tejidos corporales como el tejido adiposo marrón, la placenta, el tejido fetal, el estómago, los músculos, la médula ósea, los dientes y el cerebro.

Esta hormona regula nuestro apetito y da la señal de saciedad a nuestro cerebro, por lo que es la **encargada de inhibir la ingesta de alimentos**. Pero también

es la responsable de aumentar el **gasto energético** para mantener constante nuestro peso corporal, así como de **regular la función reproductiva**. Juega un papel importante en el crecimiento fetal, en el proceso fisiológico de la formación de vasos sanguíneos y en el proceso metabólico por el cual el cuerpo quema la grasa ingerida o acumulada para generar energía.

Un dato interesante es que **la leptina está presente en la leche materna**, lo que hace pensar que la lactancia materna previene el desarrollo de obesidad en niños amamantados, este mismo dato aporta al hecho de que los niños alimentados con leche de fórmula (la cual no contiene leptina), son más propensos a desarrollar obesidad.

El que se produzca en el tejido adiposo significa que, mientras más grasa tengamos en el cuerpo, más leptina produciremos, por lo que **nuestro porcentaje de grasa corporal está asociado con nuestro nivel de leptina en el cuerpo**. En su función normal, cuando comemos, nuestra grasa corporal aumenta, lo que hace que aumenten los niveles de leptina, nuestro cerebro recibe la señal de saciedad y entonces, comemos menos y quemamos más calorías. Pero si la producción de leptina se altera, aparecerá la obesidad.



Crédito: Alejandra Pérez Nava

### Cuando los niveles de leptina se alteran

Si analizamos detenidamente la función natural de la leptina, lo más lógico es pensar que si tenemos más grasa en nuestro cuerpo, entonces va a secretar más leptina y le mandará la señal de saciedad a nuestro cerebro, haciendo que comamos menos y no aumentaremos de peso, pero la realidad es algo más compleja. En estudios realizados en personas con obesidad, se hizo evidente que varias de ellas tienen niveles altos de leptina circulante... Entonces, ¿qué pasa? Su cerebro debería haber recibido la señal de saciedad, ¿no?

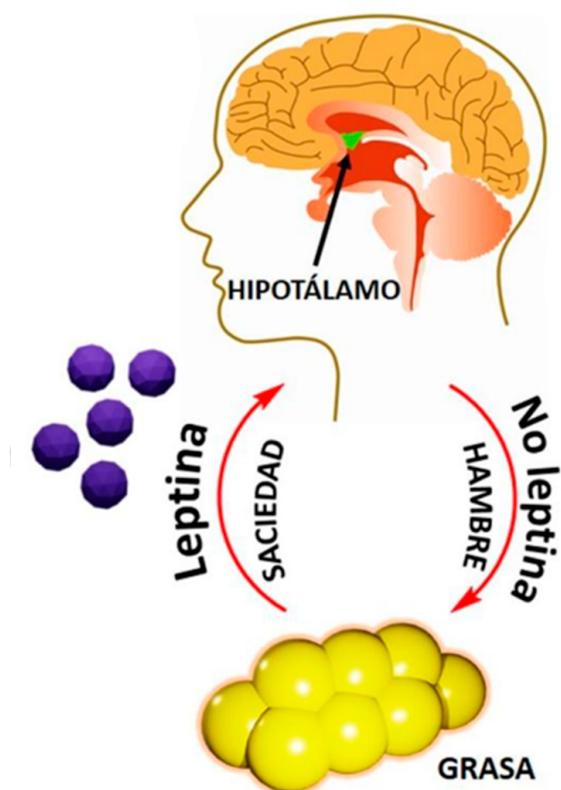
La cuestión es que, si la obesidad está presente, se producen constantemente niveles más altos de leptina debido a un consistente alto nivel de insulina, por lo que el cuerpo se vuelve progresivamente insensible a la hormona y **se produce la denominada resistencia a la leptina**. Esta es una condición que padecen algunas personas sin saberlo, y es cuando **el cuerpo produce leptina, pero tiene insensibilidad a sus efectos**; es decir, el cerebro no recibe la alerta de saciedad y, por lo tanto, es más probable que se aumente de peso por comer de más.

La resistencia a la leptina **también se desarrolla con la edad**, lo que incrementa el potencial de aumento de peso más adelante en la vida. Seguramente has escuchado de varias personas que conforme han avanzado en edad, dicen que les es más difícil mantenerse en el peso que regularmente manejaban, o que les cuesta más trabajo bajar de peso. Para el tratamiento de este problema, se ha investigado la indicación de una dosis diaria de leptina; sin embargo, para los pacientes que muestran resistencia a ella, esto no ha resultado efectivo para inducir la pérdida de peso. Lo que sí parece ser efectivo, es llevar al cuerpo a un peso saludable, ya que esto regula la función normal de la leptina, sensibilizándose nuevamente el organismo y con ello respondiendo correctamente a su señal.

### Deficiencia de leptina

Se ha descrito también que algunas personas pueden tener una **deficiencia de leptina**, la cual es **causada por una mutación** que da lugar a una proteína trunca e inactiva. Las personas con esta mutación presentaron obesidad antes de los cinco años; estos niños también muestran anomalida-

### MECANISMO DEL HAMBRE



Crédito: Alejandra Pérez Nava

des en el número y función de los linfocitos T, los cuales son parte del sistema inmunitario y se forman a partir de células madre en la médula ósea y que ayudan a combatir infecciones y el cáncer.

La ausencia de leptina hace que nuestro organismo crea que no tiene nada de grasa, lo cual se traduce en una ingesta de alimentos descontrolada y una obesidad infantil severa. Además, la deficiencia de leptina puede provocar un **retraso en la pubertad y un mal funcionamiento del sistema inmunitario**. En estos casos, se les ha indicado a los pacientes una inyección diaria de leptina, lo que les hace perder peso y también tiene un efecto mayor en la reducción de la ingesta de alimentos y en la inmunidad. Además, en mujeres de entre 35 y 40 años que padecen este problema, este tratamiento les ha permitido regular sus periodos menstruales y su ovulación.

### Investigaciones recientes sobre la leptina

Como ya lo habíamos mencionado, la leptina está presente en la leche materna, y una investigación muy interesante al respecto que hicieron en la Escuela Pública de la Universidad de Minnesota, ha

mostrado que **la leche materna de las madres que padecen obesidad puede ser más alta en leptina e insulina** (ambos reguladores del apetito), lo que **se asocia con bebés de crecimiento más lento** a los seis meses, debido a que, teóricamente, la leptina de la leche materna pasa al sistema del bebé y deprime su apetito. Esto se relacionó con la observación de bebés de crecimiento más lento que tienen un tamaño corporal más pequeño. Además, puede indicar la **importancia de la lactancia materna** para las mujeres que sufren de obesidad, para ayudar a mantener la tasa de crecimiento de sus bebés dentro de rangos saludables. ¡Súper interesante, ¿no?! Realmente la naturaleza es increíble e inteligente.

¡Pero eso no es todo! Esta misma investigación reveló una **relación de género** sorprendente, ya que las mujeres con obesidad también producían leche con una **mayor concentración de insulina**, pero solo **para las que procrearon niñas**, no para las que tenían niños. Los hallazgos del estudio muestran qué tan variable puede ser la leche materna y por qué es importante entenderla como una fuente primaria de alimento para los bebés. Además, con esto sería posible establecer qué elementos son im-

portantes en la gran cantidad de beneficios de la leche materna para los bebés y cómo optimizar esos elementos para todas las madres.

Otro hallazgo sorprendente es el reportado por investigadores del Centro Médico Suroeste de la Universidad de Texas (UT Southwestern Medical Center). Ellos encontraron que reducir los niveles de esta hormona puede reducir la obesidad, la ingesta de alimentos en exceso y la resistencia a la insulina relacionada con la diabetes. **Y han encontrado un anticuerpo que puede disminuir los niveles de leptina.** Al usar este anticuerpo para reducir ese nivel, permite reiniciar la sensibilización a la leptina y se empieza a normalizar el peso corporal. Sin embargo, aún sigue siendo una teoría, ya que al momento estos hallazgos solo los han confirmado en ratones, aunque esperan pronto hacer pruebas en ensayos clínicos humanos.

### ¿Podemos controlar el nivel de leptina en nuestro cuerpo?

Aunque la leptina no es toda la historia de la regulación central del peso corporal, sino más bien un hito para una nueva iniciativa que explora los



<https://pixabay.com/es/photos/bebes-manos-lactancia-beb%3%a9-tetero-g21037/>



Crédito: Alejandra Pérez Nava

mecanismos, sí juega un papel muy importante en nuestro organismo, y como pudimos ver, no solo para la regulación de nuestro peso corporal, sino también para nuestra función reproductiva y para varios otros procesos en nuestro cuerpo.

Se ha comprobado que el nivel de leptina se puede elevar aumentando el riesgo de padecer resistencia a la leptina, por comer de más, estrés emocional, inflamación, obesidad, embarazo, preeclampsia, diabetes gestacional y apnea del sueño. Pero el factor más importante para mantener nuestro nivel de leptina en condiciones normales para

que realice su función, es **mantener nuestro peso corporal en un nivel saludable**, ya que esto tiene un efecto más profundo que cualquier otro tratamiento médico. Realizar ejercicio regularmente, dormir bien y reducir nuestro estrés, también es muy importante para mantener su nivel.

Es fundamental mantener su nivel en condiciones normales, ya que si estamos expuestos de manera constante a niveles altos de leptina, el cuerpo puede volverse resistente a sus efectos y corremos el riesgo de padecer obesidad y los efectos que esto conlleva.



González-Jiménez, E., Aguilar-Cordero, M.J., García-García, C.J., García-López, P.A., Álvarez-Ferred, J. y Padilla-López, C.A. (2010). Leptina: un péptido con potencial terapéutico en sujetos obesos. *Endocrinología y Nutrición*, 57(7), 322-327. <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-leptina-un-peptido-con-potencial-S1575092210000860>

Rosado, E.L., Monteiro, J.B., Chaia, V. y Do Lago, M.F. (2006). Efecto de la leptina en el tratamiento de la obe-

sidad e influencia de la dieta en la secreción y acción de la hormona. *Nutrición Hospitalaria*, 21(6), 686-693. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112006000900009](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000900009)

Villaseñor, A. (2002). El papel de la leptina en el desarrollo de la obesidad. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 10(3), 135-139. <https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2002/ero23f.pdf>

# LA CIENCIA EN EL CINE

## El último de nosotros (*The last of us*)

Horacio Cano Camacho



**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)

Cuando pensábamos que nos libraríamos por un tiempo de los zombis y del fin del mundo —que no pilla bailando con tales monstruos—, llega una nueva serie que nos los regresan ¡Y sospecho que tienen para rato!

En este sentido, les comparto que estoy atrapado por una serie de televisión sobre un nuevo apocalipsis zombi, ahora representado por la infección de un hongo que saltó de los insectos a los humanos. La verdad, la serie es espectacular y constituye un nuevo fenómeno en la televisión a la carta.

Los zombis son, junto con los vampiros, los monstruos favoritos de la cultura pop. Revisten una gran importancia para la construcción de historias de terror, cataclismos y demás distopías que pueblan el cine, la televisión, muchas formas de literatura y más recientemente los videojuegos, al grado de que muchas historias tienen la capacidad de trascender un medio y saltar a los otros, en ocasiones con buena fortuna, aunque no siempre.

*The last of us*, la serie a la que ahora nos referimos, está siendo transmitida por HBO, en una adaptación del videojuego del mismo nombre producido por la compañía Naughty Dog, y de la cual ya se ha anunciado una segunda temporada para coincidir con el videojuego en el que está basada.

Historias de zombis han existido siempre; en prácticamente todas las culturas podemos identificar relatos de muertos vivientes, pero, probablemente, son las derivadas de la cultura africana a través de los esclavos llevados a Haití con la prác-

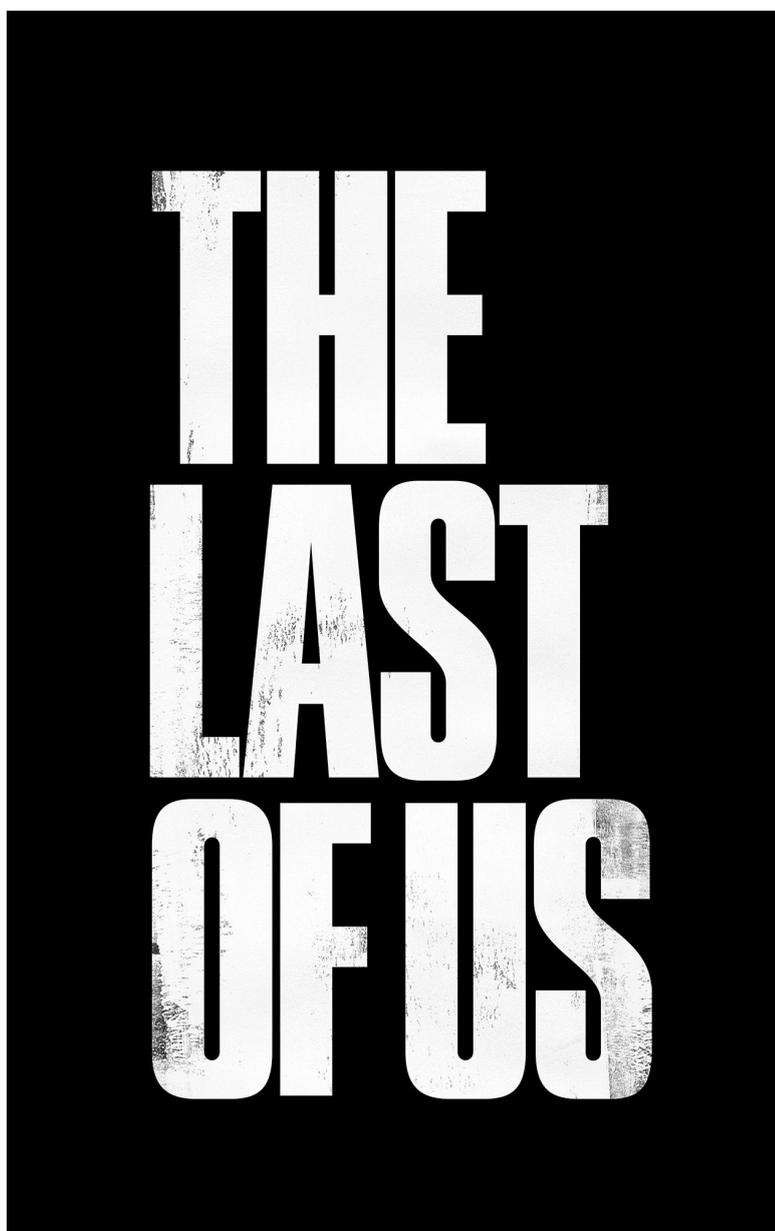
tica de vudú, las que han calado más en la cultura popular.

Por definición, un zombi es un muerto que ha regresado o «revivido» mediante ritos mágicos y que carece de voluntad propia, haciéndose susceptible de tener la voluntad controlada por otra persona u otra condición. Probablemente, en el imaginario popular se refería a personas con severas alteraciones mentales que pasaban de estados catatónicos a comportamientos agresivos o erráticos. Sin embargo, el término más popular se refiere a las prácticas del vudú y la santería que aplica mezclas de ingredientes de origen animal y vegetal para reducir al mínimo las funciones vitales de una persona, al grado de simular la muerte para luego «traerlo de vuelta» con un comportamiento alterado y sin voluntad.

Existe la creencia en varias regiones de África, y en particular en Haití, de que hay muertos que se levantan de su tumba para luego acabar vendidos como esclavos. El caso más célebre es el de Clairvius Narcisse, un haitiano que había muerto en 1962 y que reapareció en 1980 convertido en zombi.

Abro aquí una nota para decir que, a partir de la definición de zombi antes mencionada, los monstruos de *The last of us* no cumplen estrictamente con ella. En realidad, en la serie se habla de *infectados*. La confusión viene de que también deambulan y tienen comportamiento agresivo y claro, a la vez que no presentan conciencia alguna. Pero, en la serie se cuidan mucho de usar la palabra zombi, tal vez para alejarse del concepto tan trillado y, en muchos sentidos, excesivo. En la serie también los infectados presentan varias etapas evolutivas que se van mostrando desde el primer contacto con el hongo zombizante, lo cual habla de organismos «vivos» en pleno desarrollo.

En el caso de los zombies más famosos (y estos no de fantasía), se conoce muy bien la causa de este tipo de comportamiento. El efecto se produce por el uso de una mezcla de productos de origen vegetal y animal para crear una pócima tóxica, una mezcla venenosa que convierte a los seres humanos en *muertos vivientes* o *zombis*. Sus ingre-





dientes activos incluyen *tetrodotoxina* y *bufopentina*, venenos muy peligrosos, de hecho, mortales.

La *tetrodotoxina* es una sustancia que se obtiene del pez globo, conocido como fugu, un producto de la gastronomía japonesa. Aunque el pez se encuentra ampliamente distribuido, puede ser letal si no está bien cocinado debido a su alta toxicidad, capaz de provocar un paro cardíaco. Esta sustancia ya ha sido aislada y se conoce bien, es una neurotoxina que presenta un poder anestésico 160,000 veces más potente que la cocaína. La *bufopentina*, por su parte, se obtiene del sapo bufo y se conoce muy bien su poder alucinógeno; también puede conducir a la muerte, aún en dosis muy pequeñas.

En la práctica haitiana se hace beber la mezcla a la víctima que, al reducir todas sus funciones biológicas al mínimo, es dada por muerta y sepultada. Horas después es desenterrada y se le hace beber otra mezcla que contiene *atropina* y *escopolamina*, dos metabolitos secundarios producidos por el toloache, como se le conoce a la planta *Datura stramonium*, una de las más venenosas y que en México se usa como un «filtro de amor» para —supuestamente— atrapar al amado o amada, quien muestra un comportamiento pasivo que se asocia con el enamoramiento. Este proceso «recupera» las funciones vitales mínimas, pero daña inevitablemente

—e irreversiblemente— las funciones cognitivas, al grado de poder ser esclavizado para realizar trabajos pesados.

El término «zombi» también ha evolucionado en la cultura pop donde rompió con los elementos místicos y/o religiosos para referirse a un muerto viviente producido por factores biológicos (infecciones epidémicas) o alteraciones genéticas voluntarias, aunque no siempre estas son identificadas en los argumentos de las películas, videojuegos o comics. Por ejemplo, en la serie (trasladada de un cómic) *The walking dead*, el apocalipsis zombi parece producido por el salto de un retrovirus endógeno humano (HERV). Hay un diálogo entre el líder de un grupo de sobrevivientes y un científico de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) en Atlanta, Georgia, en donde este les revela que, en realidad, la «secuencia» zombi la tenemos todos los humanos.

Los retrotransposones y transposones son *secuencias genéticas móviles* (como el HERV) presentes en prácticamente todos los seres vivos que pueden «saltar» en el genoma de un individuo, es decir, moverse dentro del ADN genómico, cambiando de posición o «saltando». Dependiendo de dónde se estacionan, estos elementos móviles pueden activar o silenciar a los genes responsables de la dife-

renciación de las células neuronales, precursoras de las células nerviosas. Al moverse de localización, pueden insertarse nuevamente en otra región del mismo genoma, alterando la información y provocando rearrreglos masivos del mismo genoma. Este tipo de secuencias juegan un papel muy activo — aunque no bien entendido— en el proceso evolutivo, pero también han sido asociadas en los humanos con esquizofrenia, depresión y otros cambios conductuales, como el autismo.

En la película de *Guerra mundial Z*, basada en la serie de libros de Max Brooks, también parece ser el caso: un transposón que se activó por estados de estrés permanente en los soldados y personas que habitan en zonas de conflicto armado, con una ansiedad permanente. Los transposones y retrotransposones, en general, se encuentran inactivados por modificaciones en el empaquetamiento del ADN o por hipermetilación de su secuencia, lo que las hace inviables para transcribirse. Se conoce que procesos prolongados de estrés, pueden conducir a cambios en la metilación y, por lo tanto, a que estas y otras secuencias genéticas se puedan activar donde deberían estar silenciadas, provocando la transcripción de genes específicos o la movilización de las secuencias transponibles. Ahora, estas condiciones pueden afectar a un individuo, no se contagian o por lo menos, nunca se les han descrito propiedades pandémicas, a menos que el factor ac-

tivador estuviera disperso en una población y afectara a todos, lo cual sería muy raro, puesto que este tipo de cambios en la activación por modificaciones al ADN afectarían a unos pocos individuos y los cambios serían al azar, no en la misma secuencia en todas las personas. Los elementos móviles, como los transposones, retrotransposones y retrovirus, están bajo una intensa investigación por su posible vinculación con cáncer, enfermedades nerviosas y degenerativas.

A este tipo de fenómenos de activación de secuencias genéticas por cambios ambientales, como el alimento, el estrés y las sustancias cancerígenas, que causan cambios en la inactivación del ADN, se le llama regulación epigenética o regulación ambiental de la expresión de ciertos genes. Los genes pueden responder a causas *epigenéticas* y, en la película, se le busca combatir con la llamada *protección cruzada*, apelando a la competencia entre parásitos y patógenos, de mucho interés en la investigación científica, donde una enfermedad puede proteger contra otras más peligrosas; sin embargo, no se conoce protección cruzada contra elementos móviles, aunque sí se conoce que las células tienen mecanismos para protegerse a sí mismas, como la metilación, ya comentada, la existencia de sistemas basados en ARNi que buscan destruir la secuencia desarrreglada, pero que en la actualidad están muy lejos de ser aplicadas clínicamente.





Otro tipo de zombificación se presenta en películas como *Soy leyenda*, basada en el libro homónimo de Richard Matheson, donde el apocalipsis se produce por un virus alterado para tratar el cáncer y del que se pierde el control. Respecto a la novela hay un cambio fundamental, ya que en ella se trata de una pandemia de vampirismo, más que de zombis. En la serie de películas de *Resident evil*, como en la de *28 días*, apelan a culpar a la investigación genética que genera brotes víricos como causa del apocalipsis zombi.

*The last of us*, por el contrario, rompe con esta tendencia «anticientífica» del cine de zombis de las épocas más recientes, para fundamentar su historia en casos reales de *zombificación* en el reino animal. De hecho, la serie comienza con una muy interesante discusión entre científicos sobre el poder de los hongos para producir enfermedades terribles y, al menos en este caso, incurables y con potencial pandémico.

El hongo *Ophiocordyceps* (*Cordyceps* en la serie), al entrar en contacto con la hormiga carpintera, «germinan» sus esporas, brotando de ellas unas extensiones (micelio) que penetran la coraza del insecto mediante enzimas llamadas quitinasas, las cuales degradan el componente quitina (un polisa-

cárido de la coraza del bicho) e invaden el cuerpo del insecto hasta alcanzar el sistema nervioso. A continuación, el hongo «ordena» a la hormiga, mediante neurotoxinas, que se dirija a un árbol en específico, exactamente al medio día, que se traslade a las hojas superiores y con una mordida se aferre a ellas, por medio de una «orden» química que provoca que los músculos de la mandíbula del insecto se sujeten para siempre al árbol.

Cuando el transporte muere, de su cabeza brota el hongo con su cuerpo fructífero que siembra el suelo de esporas que las otras hormigas usarán de alimento, multiplicando el ciclo zombi. En la serie, esto se repite, solo que los infectados son humanos y andan mordiendo a otros para alimentarse, diseminando la enfermedad. El hongo *Cordyceps* no se transmite por mordida, ni por alimentos contaminados a los humanos, incluso a otras especies de insectos. Las hormigas lo adquieren por consumir las esporas y en nosotros difícilmente librarían el medio hostil del sistema digestivo, además de que con el sencillo uso de cubrebocas evitaríamos respirarlas si estuvieran en el aire, algo que sí podemos ver en el videojuego y que al parecer obviaron en la serie televisiva, pues esto cubriría el rostro de los actores permanentemente.

Ya dijimos que *El último de nosotros*, estrictamente no se trata de zombis, puesto que no están muertos: la infección los «secuestra» para hacer la voluntad del atacante, pero sí son muy interesantes para el universo de monstruos. Y de este tipo se conocen muy bien muchos casos. Hay caracoles infectados por hongos que se posan al sol en espera de pájaros que se los coman, abordando así al transporte para diseminar la infección, hasta avispas que intoxican a las arañas y las alteran para que cambien los patrones de diseño de sus telarañas, en una intoxicación parecida a la producida por LSD. Cuando la araña construyó el patrón preciso, la avispa la mata, succiona su contenido para alimentarse y luego se posa sobre la nueva tela, generando su capullo, como un sarcófago, donde la larva es la momia y luego de aquí emerge un nuevo adulto.

Podríamos hablar de muchos casos más, pero lo dejamos para otra ocasión. Lo que quiero dejar patente es que los humanos no escapamos de esta zombificación, de hecho, es más sutil y mucho menos terrorífica, menos cinematográfica, pero que nos vuelve más «seductores», atractivos sexualmente y hasta osados, todo con la finalidad de ser-

vir a los propósitos del parásito, sobre todo invadir nuevos nichos y completar sus ciclos reproductivos. O el caso de la rabia, producida por un Rhabdoviridae, un virus mortal que de no atenderse a tiempo, provoca fiebre, dolor de cabeza, exceso de salivación, espasmos musculares, parálisis, agresividad, fotofobia y confusión mental, algo terriblemente parecido a los zombis.

Tal vez el mundo de los zombis esté dejando atrás el propósito inicial del cine de estas criaturas, creado por autores como George Romero, que era servir de pretexto para realizar una crítica feroz al mundo capitalista a partir de que nos mirásemos como criaturas sin voluntad, esclavos de sistema, que solo cumplimos su finalidad de crearles más riqueza a los poderosos y que, en todo caso, presenta al zombi como un sustituto de todos y cada uno de los temores que podrían estar molestando a la psique de la sociedad, desde el capitalismo hasta la Guerra Fría.

De cualquier manera, esta nueva tendencia más «científica» del mundo zombi, puede ser un buen pretexto para introducirnos a la naturaleza terrorífica de la propia naturaleza.



# NATUGRAFÍA

## Culebra Cordelilla Chata

\* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Culebra cordelilla chata / *Imantodes cenchoa*

Una especie de hábitos arborícolas, nocturnos y crepusculares. Se encuentra en selvas tropicales conservadas o perturbadas. Se distribuye desde el sur de México hasta Sudamérica. Se alimenta de pequeños reptiles, principalmente geckos, lagartijas, huevos de otros reptiles y ranas.

# INFOGRAFIA

## Quehacer Científico Nicolaita



**E**l estudiante de doctorado Luis Humberto Delgado Rangel, fue merecedor del segundo lugar en el concurso de cartas ¡Feliz Cumpleaños Parícutin!, evento realizado durante la celebración del 80 aniversario de este volcán del estado de Michoacán, aquí en México, realizado por la Coordinación de la Investigación Científica del Instituto de Geofísica, la Coordinación de Difusión Cultural a través de la Dirección de Literatura y Fomento a la Lectura y la Secretaría General a través de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Campus Morelia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este concurso se organizó con la intención de escribir cartas que expresaran los sentimientos acerca del im-



pacto, afectos y efectos en la identidad de las comunidades en torno al Parícutin y de su vida. Luis Humberto estudia en el Programa de Doctorado de Ciencias Químicas en el Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de nuestra universidad. La presentación de las cartas y otorgamiento del premio se llevó a cabo en el Centro Cultural Universitario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. En esta nota te presentamos un fragmento de esta carta:

... Así llegaste a cambiar todo el entorno, provocando miedo en muchos y curiosidad en otros. Mi abuelo dice que contigo llegaron también muchos curiosos y señores que decían ser científicos. Unos venían solo a tomarse fotos para el recuerdo y otros asombrados no dejaban de sacar teorías y sacar nuevas conclusiones, los científicos de volcanes dicen que ayudaste mucho a saber más de la formación de volcanes y que eso era un conocimiento muy valioso...

*Feliz cumpleaños querido amigo.*  
Autor: Luis Humberto Delgado Rangel.

