

sabermás

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



Año 12 / No. 70 julio - agosto / 2023
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041

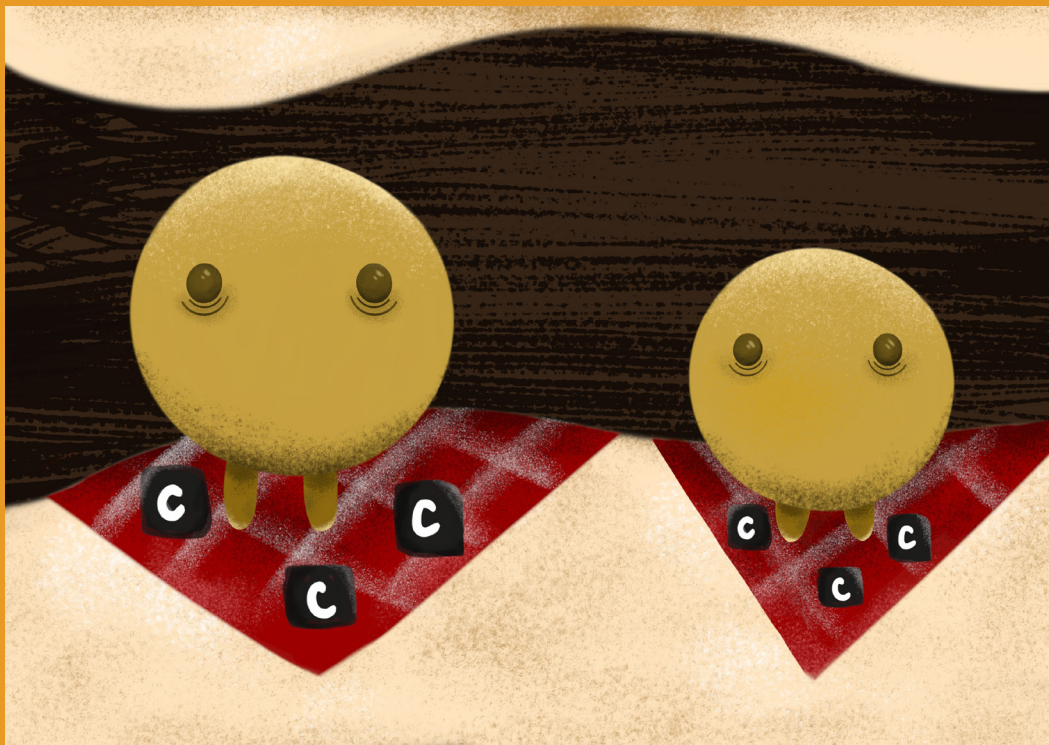


UNIVERSIDAD MICHOCANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Cuna de héroes, crisol de pensadores

ISSN-2007-7041

CONTENIDO

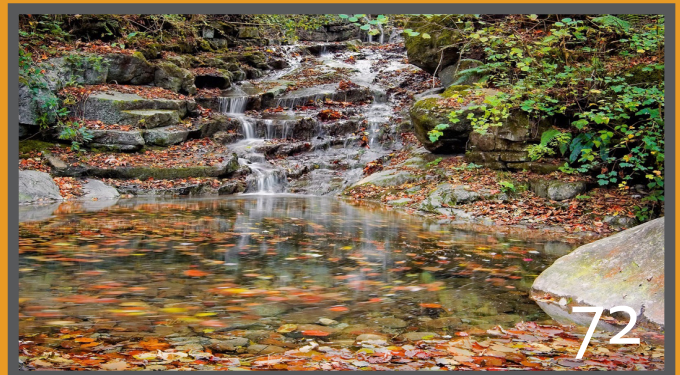


Dana Adaid Becerra Zaragosa y Mauricio Alejandro Santos Pérez
Ambos estudiantes de la Facultad de Bellas Artes de la UMSNH
Técnica: Ilustración digital

Los ingenieros del suelo

48

ARTÍCULOS	Los titanosaurios: Los gigantes de la Tierra	18
	Altas presiones hidrostáticas: ¿El futuro para conservar alimentos?	23
	Regeneración cerebral	28
	El problema de la materia oscura: Un semillero de ideas	32
	Arqueas metanogénicas: ¿Pueden causar enfermedades en la cavidad oral?	38
	Dieta libre de gluten, ¿necesidad o moda?	43
	Cuando estudiamos con el celular y la tele encendida, ¿estamos construyendo conocimiento?	56
	Construcción de perceptos desde un enfoque semiótico	60
	Los modelos cognitivos: Biología y cultura	64
	Proteína de papa ¿Alimento para lechones?	68
	¿Cómo cuidar los mantos acuíferos?	72
	El pastoreo de cabras, ¿beneficia a los ecosistemas?	77
	Huracanes: Ventajas y desventajas	81
	Pequeños productores de alimentos: Vinculación a los mercados formales	86



ENTÉRATE

¡Las plantas gritan! 6

Aguacate en expansión: Efectos sobre el ecosistema 8

TECNOLOGÍA

¿Necesitas una prótesis? Realízala tú mismo y recicla 90

UNA PROBADA DE CIENCIA

El verdadero creador de todo 95

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Por qué estornudamos? 98

LA CIENCIA EN EL CINE

Invasión 102

NATUGRAFÍA

Hyalinobatrachium viridissimum 106

INFOGRAFÍA

Quehacer Científico Nicolaita 107



Entrevista Dra. Sonia Tatiana Sánchez Quispe

Profesora Titular e Investigadora de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

12

DIRECTORIO



Rectora

Dra. Yarábí Ávila González

Secretario General

D. C. E. Javier Cervantes Rodríguez

Secretario Académico

Dr. Jorge Fonseca Madrigal

Secretario Administrativo

Dr. Edgar Martínez Altamirano

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Miguel Ángel Villa Álvarez

Secretaría 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. 70, julio - agosto, 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, 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, Área de Tecnologías y Procesos de Información 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, 18 de septiembre 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
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y
Sustentabilidad (Campus Morelia)
Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

M.C. Ana Claudia Nepote González
Escuela Nacional de Estudios Superiores (Unidad
Morelia) Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas
Escuela Nacional de Estudios Superiores (Unidad
Morelia) Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

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

Estamos por cumplir 12 años de que nuestra revista apareció por primera vez en línea. Doce años en los que hemos aprendido mucho y cuidado de que cada número que aparece, cada artículo y sección fija sea mejor, más interesante y atractiva para nuestros lectores, los fijos, que nos han acompañado con cada número y los nuevos, los que se asoman por vez primera a nuestras páginas. Yo estoy convencido que lo vamos logrando y para muestra este ejemplar que miras en tu pantalla, el número 70 de nuestra historia.

Para comenzar, mira la imagen de portada. Una ilustración vibrante, aunque sencilla, que comunica lo que nuestro artículo de portada pretende, los ingenieros del suelo, esas relaciones diversas y complejas que se establecen bajo nuestros pies entre las plantas y muchas especies de microorganismos que definen las propiedades del sustrato. Pero esa portada es el resultado de la interpretación que un grupo de estudiantes de Bellas Artes realizaron de la lectura del artículo respectivo. Ellos penetraron en el tema y desde su visión, nos lo representan. Es parte del estilo de nuestra revista, la colaboración entre diversas áreas de la universidad que pueda reflejar una concepción que tenemos: la ciencia es una parte integral de la cultura, no un elemento extraño al arte o a otras manifestaciones del saber humano.

Y ya en el tema, vale mucho la pena leer este artículo, el suelo es un mundo maravilloso, además

de complejo. En este número también hablamos de dinosaurios, sobre todo de los más grandes, esos titanosaurios que segura hacia estremecer la tierra a su paso. Le damos también una visitada a un grupo de seres vivos fundamental en la evolución, las arqueas, pero las buscamos en lugares insospechados, en este caso, la cavidad oral y tratamos de definir las consecuencias de tan extraña residencia.

En este número también tocamos un tema muy interesante sobre la comunicación, los medios y el aprendizaje. Seguramente todos tenemos observaciones sobre el papel que pueden desempeñar los objetos derivados de las TIC, algunos tan cotidianos como un teléfono celular y nos preocupamos sobre el daño potencial que pueden tener en el estudio, o ¿no? ¿cómo construimos el conocimiento, es cosa de instrumentos o también responde a nuestra biología, sin duda temas muy interesantes, así que no se pierda el número completo de Saber Más, revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, tanto en sus secciones fijas de cine, libros, tecnología, entrevistas y noticias, como en las contribuciones de los expertos. Saludos desde el número 70 de nuestra revista...

Horacio Cano Camacho
Editor



ENTÉRATE

¡Las plantas gritan!

Gustavo Santoyo-Pizano



https://www.freepik.com/free-photo/crop-hand-cutting-plant_1925587.htm?query=CORTANDO%20PLANTAS

Recientemente se publicó un artículo en la prestigiosa revista *Cell*, el cual cambiará nuestra forma de ver las plantas... ¡Y de escucharlas también! Así es, tal como lo lees y lo oyes. Dicho trabajo presenta resultados interesantes donde se demuestra que **las plantas pueden hablar y gritar**. Para ser más específico, los autores responsables de la publicación, que trabajan en la Universidad de Tel-Aviv, sugieren que las plantas **pueden emitir sonidos a través del aire cuando se encuentran estresadas**. Pero no solo eso, los sonidos que emiten pueden ser diferentes dependiendo del estrés al que están siendo sometidas, ya sea porque las estén dañando por **cortes con una nava-**

ja o porque son sometidas a un tipo de estrés por **escasez de agua**. Esto se puede interpretar como si las plantas pudieran decir: ¡Auch, me estás lastimando! o ¡Ayuda, tengo sed! Bueno, quizás las plantas estudiadas no digan exactamente esas palabras, pero sí se comprobó que pueden emitir distintos rangos de **sonidos ultrasónicos que van desde los 20 a 50 kilohertz (kHz)**. Los Hertz son una medida que se utiliza para determinar el rango de frecuencias en el que puede grabarse el audio, por lo que las plantas fueron grabadas por aparatos que diseñaron los investigadores israelíes.

¿Cómo realizaron el experimento?

Pero hablemos un poco del diseño del experimento, el cual tuvo que realizarse bajo **condi-**

ciones muy particulares. Primero, los científicos emplearon dos tipos de plantas, las cuales pertenecían a la especie *Solanum lycopersicum* (nombre común: jitomate), así como de tabaco (*Nicotiana tabacum*), mismas que se colocaron en dos condiciones diferentes y realizaron tres tratamientos. Una condición fue **hacer crecer a las plantas en una caja acústica** que diseñaron especialmente para este experimento, la cual aislaba cualquier otro sonido. Por lo tanto, los investigadores estaban seguros de que esos sonidos que se podrían emitir tendrían que ser de las plantas. La segunda condición fue **cultivar sus plantas en un invernadero**, donde la situación no era tan silenciosa, por lo que tuvieron que diseñar un aparato electrónico que les permitiera distinguir entre los sonidos de las plantas y los otros sonidos que había en el invernadero. Así, dentro de la caja acústica, colocaron también micrófonos a 10 cm de distancia que permitieron grabar los sonidos que emitían las plantas. Posteriormente, hicieron otros experimentos donde colocaban los micrófonos a varios metros de distancia, entre 3 y 5 metros. Mientras tanto, **los tratamientos** que usaron fueron los siguientes. Colocaron un **primer grupo de plantas «control» (sin estrés)**, un **segundo grupo que fueron literalmente cortadas en el tallo**, por supuesto, antes de la grabación, y un **tercer grupo de plantas que no regaron** y dejaron que se estrebaran por la necesidad de agua (esta condición se conoce como estrés hídrico).

En conclusión, los resultados de este trabajo de investigación fueron los siguientes: 1) Diferentes especies de plantas **emiten sonidos a través del aire** a varios metros de distancia; 2) Las plantas **pueden emitir distintos sonidos** (diferente rango de frecuencia) dependiendo del estrés al que estén sometidas, por ejemplo, por cortes en el tallo o por estrés hídrico; 3) Los sonidos emitidos pueden ser diferentes **dependiendo de la especie vegetal**; y 4) Los sonidos de las plantas **pueden ser escuchados en ambientes semi-naturales**, como lo es un invernadero. Adicionalmente, los investigadores mencionan en su reporte que también realizaron grabaciones de otras cinco especies plantas, así como de algunas de ellas sometidas al estrés por la infección por un virus fitopatógeno, llamado virus del mosaico del tabaco, con resultados muy interesantes.

¿Los humanos podemos escuchar a las plantas?

La respuesta más corta sería no. Aunque nuestro rango de audio puede ser muy amplio, desde 20 Hz hasta los 20000 Hz, no es posible escucharlas por distintos motivos. Una razón sería que el «volumen» al cual gritan las plantas es muy bajo, además de que las condiciones que usaron los científicos fueron muy específicas y bajo condiciones controladas, sin (o casi) ruidos externos. Imagínate, los investigadores realizaron más de 500 horas de grabación y tuvieron que «entrenar» a su equipo electrónico para que pudiera distinguir el sonido de las plantas de otros ruidos. Así que por más que te esfuerces en tratar de escuchar a las plantas de un jardín público o las que tienes en tu casa, **no será posible sin un equipo especializado.** Pero no estaría nada mal el reto de que diseñes tu propio sistema de grabación de sonidos de plantas ¿No crees? ¡Imagínate poder grabar audios de plantas en peligro de extinción! O aquellas que estén siendo comidas por algún insecto. ¿Qué crees que dirían? Quizás en un futuro podrías salvar estas especies vegetales o diseñar mejores insecticidas para la agricultura y que no contaminen el ambiente.

Lo cierto es que **aún estamos lejos de poder entender el lenguaje de las plantas**, tal como lo mencionan los científicos israelíes, ya que nuestros instrumentos son todavía rudimentarios y apenas estamos tratando de comprender cómo se comunican las plantas con otros seres vivos. Lo que sí puedes hacer por ahora, es admirar las plantas, algunas tienen hojas muy bonitas, así como los compuestos químicos (aroma) que emiten sus flores que en muchos casos son agradables.

Finalmente, si te interesa tener el artículo del que habla este trabajo, puedes escribirme a mi email (gustavo.santoyo@umich.mx) y te lo puedo enviar con mucho gusto. Mi nombre es Gustavo Santoyo Pizano y soy Profesor-Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ENTÉRATE

Aguacate en expansión: Efectos sobre el ecosistema

*Yurixhi Maldonado-López y Alberto Gómez-Tagle Chávez



Toma aérea de cultivos de aguacate en Michoacán. Fotografía: A. Gómez-Tagle Chávez.

México es líder en la producción de aguacate a nivel mundial, con alrededor de un millón 200 mil toneladas al año, lo que representa el **37 % de la producción mundial**. El derrame económico por el cultivo de aguacate en México es innegable, con más de 2 500 millones de dólares anuales. Sin embargo, este cultivo exacerbado dentro de la franja aguacatera de México, particularmente en Michoacán, ha generado en las últimas décadas una **alta tasa de conversión de los bosques templados a huertos de aguacate**, convirtiendo el paisaje en fragmentos de bosque

inmersos en una matriz de huertas. Esta alta conversión se debe a que los huertos de aguacate están sustituyendo a los bosques de pino-encino, ya que el rango altitudinal óptimo para el aguacate es el mismo que el de los bosques templados (1800-2200 msnm).

Implicaciones sobre los servicios ecosistémicos de los bosques templados

Los bosques templados son fundamentales en la **conservación de la biodiversidad**, debido a que **prestan servicios ecosistémicos** y ayudan en

la mitigación y en la **adaptación al cambio climático**. Sin embargo, servicios como la captación hídrica, la recarga edáfica y de acuíferos, son **alterados con el cambio de uso de suelo**. Este monocultivo ha incrementado el nivel de presión en los recursos hídricos ya que requieren de grandes cantidades de agua, entre 600 y 2 900 L/Kg, dependiendo de la región y condiciones del cultivo, pudiendo **afectar el acceso al agua de la población local**.

Las plantas de aguacate durante la floración y formación del fruto, incrementan el consumo de agua. Si sufren de estrés hídrico en estas etapas, se afecta la cantidad de flores fecundadas, aumenta la cantidad de frutos abortados y disminuye el tamaño de los frutos que llegan a término. Por lo tanto, los productores de aguacate aplican **el riego como una estrategia para incrementar el volumen de producción**. Por ejemplo, del total de 26 658 186 m³ de agua extraída anualmente de los pozos de la meseta registrados por la Comisión Nacional del Agua, el **69.7 % se emplea en agricultura, principalmente en huertos de aguacate**. Aunado a este problema, el agua utilizada en los huertos se extrae de fuentes superficiales, como los manantiales, ojos de agua, arroyos de montaña y ríos, además de fuentes subterráneas como pozos, dejando en ocasiones solo pequeñas cantidades de agua en los cursos naturales, lo que afecta directamente a la vegetación y la fauna silvestre.

El cultivo de aguacate también puede **degradar la calidad del suelo**, al extraer constantemente los nutrientes, volviéndose con el tiempo menos fértil, hasta que ya no es suelo útil para cultivar. Además, la actividad de las bacterias benéficas, encargadas de regular los ciclos de nutrientes y de mantener la fertilidad natural del suelo, son afectadas por el cambio de uso de suelo y por la aplicación de agroquímicos. Al **perder la fertilidad natural**, los cultivos se hacen más **propensos a enfermedades o plagas**, requiriendo más pesticidas y fertilizantes, volviéndose un ciclo de retroalimentación negativo. Otra práctica común en el sistema de cultivo de aguacate en Michoacán, es la **extracción de suelo forestal** para ser destinado a la producción de plantas en vivero, convirtiéndose en una extracción minera en la que se remueven las capas fértiles del

suelo con maquinaria pesada para transportarla a los viveros. Este tipo de aprovechamiento deja paisajes estériles, con suelos sin nutrientes, ocasionando daños irreversibles al ecosistema.

La flora y la fauna no se quedan atrás

La fragmentación del bosque por cambio de uso de suelo también pone en **riesgo a muchas especies de flora y fauna**. No todas las especies son igual de vulnerables a la transformación del hábitat provocadas por el hombre. En el caso de los animales, estos adaptan su morfología, fisiología y metabolismo de acuerdo al ambiente cambiante. Por ejemplo, en bosques transformados donde los frutos de mayor calidad nutricional son escasos, **las especies de murciélagos adaptan su tamaño**, siendo más grandes, lo que les confiere una mayor probabilidad de sobrevivir.

Según un estudio realizado por la facultad de Biología de la UMSNH, la riqueza y abundancia de especies de murciélagos es mayor en cultivos orgánicos de aguacate, mientras que es bajo en huertas de manejo convencional donde se emplean agroquímicos. Las huertas de aguacate convencionales, **tienen efecto en la actividad de las especies polinizadoras**. La aplicación en aerosol de insecticidas en las huertas, pueden ser transportados por el viento, afectando sitios remotos y sin contacto directo con las huertas, lo que interrumpe los procesos de polinización y de reproducción de plantas silvestres, así como de las poblaciones de animales que dependen de estas plantas como alimento o refugio.

Un ejemplo contrastante son grupos de animales que presentan una alta resiliencia ante la perturbación del hábitat, como especies de anfibios y reptiles. Estudios en huertas de aguacate del estado de Michoacán, mostraron que **la conversión del hábitat de bosque a huertas de aguacate favorece la persistencia y el éxito de especies de herpetofauna generalistas**, sugiriendo que las huertas de aguacate tienen un potencial para conservar especies, **siempre y cuando sean sistemas poco intensivos**, que se encuentren inmersos en una matriz de bosque original y que, al igual que en el ejemplo



Huertas de aguacate mezcladas con fragmentos de bosque. Fotografía: S. Maldonado-López.

de los murciélagos, no aplique agroquímicos en las huertas de aguacate. Si bien existen huertas orgánicas para este fruto, solo representan un pequeño porcentaje. Por ejemplo, en Michoacán, solo 7 000 de un total de 130 000 hectáreas de cultivo de aguacate, pueden considerarse orgánicas.

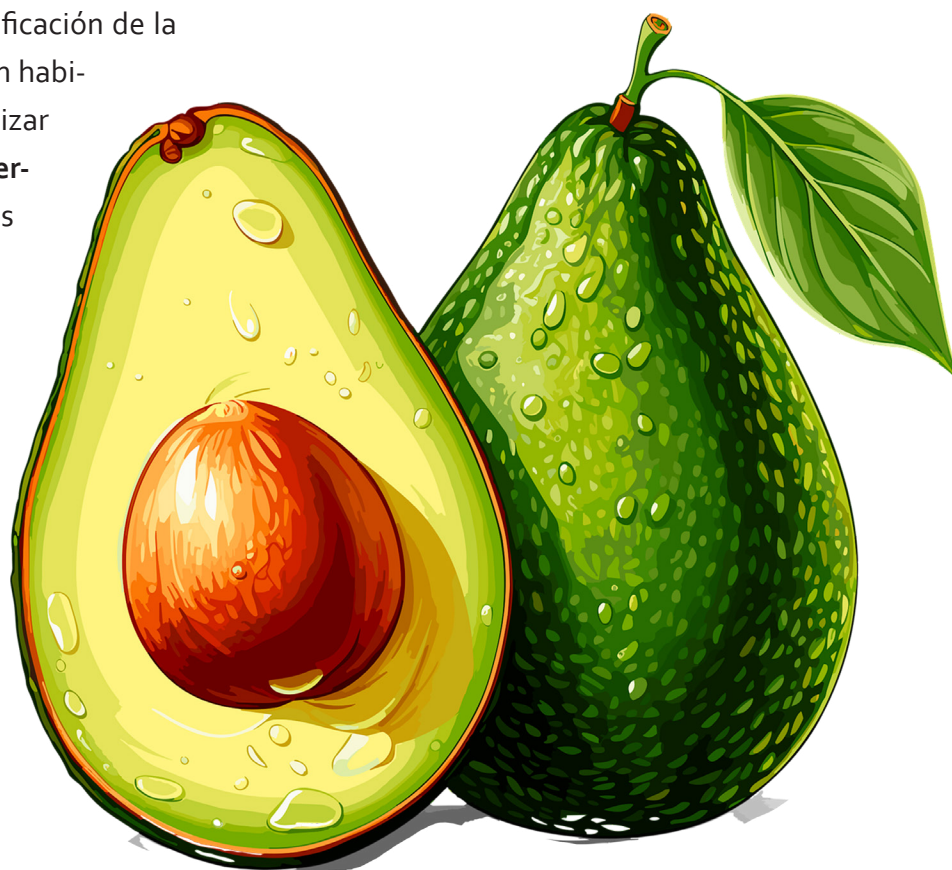
Más conservación, menos expansión

Los aguacates se han convertido en un superalimento de fama mundial, ganándose el nombre de «oro verde». Solamente en la Unión Americana, el consumo de aguacate alcanzó un estimado de 100 000 toneladas durante la edición de 2017 del *Super Bowl*. Tanta ha sido la demanda, que **se ha proyectado un aumento del cultivo de aguacate en México del 67.2 % para el año 2030**. Sin embargo, el cambio climático aumentará las sequías e inundaciones, lo que podría provocar el colapso de varios cultivos, incluyendo el del aguacate.

El enfoque de conservación debe estar orientado a un **manejo sustentable del aguacate que**

equilibre el cambio de uso de suelo y la conservación de la biodiversidad, para evitar la conversión masiva de bosques a cultivos de aguacate, particularmente en los estados de Michoacán y Jalisco, donde resulta urgente detener la pérdida de bosques. En años pasados, el impacto de **las políticas públicas en la expansión del aguacate, favoreció fuertemente esta actividad**, comenzando con las enmiendas de 1992 al artículo 27 de la Constitución mexicana, que legalizó la propiedad privada y la titulación de tierras ejidales. Además, se permitió y promovió un alto uso de fertilizantes, herbicidas e insecticidas para aumentar la productividad y el control de plagas. Sin embargo, como consecuencia de este problema socioeconómico y ambiental, el gobierno del estado de Michoacán emitió un **decreto el 4 de agosto de 2016**, con el objetivo de **incentivar la recuperación de los bosques y recursos naturales**, así como de las actividades agropecuarias sustentables en dicho estado.

Aunado a esto y teniendo como fin la protección de los bosques, la modificación de la legislación estatal en Michoacán habilita al poder ejecutivo para realizar la **clausura y remoción de huertas** ya establecidas en terrenos forestales **que no cuenten con autorización de cambio de uso del suelo**. Más aún, México ha reconocido la importancia de la protección de ecosistemas y su biodiversidad, considerándolo un problema grave a nivel nacional. De tal modo, que se incorporó al Convenio sobre la Diversidad Biológica (CoP-6), desarrollando el programa para la Diversidad Biológica 2011-2020, e iniciativas propias que incluyen la conservación de la biodiversidad desde el nivel de genes hasta los ecosistemas, considerando incrementar los beneficios a la sociedad humana.



***Yurixhi Maldonado-López**. Cátedras CONACYT-INIRENA, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

yurixhi.maldonado@umich.mx

***Alberto Gómez-Tagle Chávez**. Profesor Investigador, INIRENA, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

alberto.gomez@umich.mx



Gómez-Tagle A., Morales-Chávez R., García-González Y., Francisco A. y Rojas G.T. (2019). Partición de la precipitación en cultivo de aguacate y bosque de pino-encino en Michoacán, México. *Biológicas: Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias*, 21, 1-18. https://www.researchgate.net/publication/339710658_Gomez-Tagle_et_al_2019_Particion_de_la_precipitacion_en_cultivo_de_aguacate_y_bosque_de_pino-encino_en_Michoacan_Mexico

SAGARPA. (2016). Avance de Siembras y Cosechas. Resumen Nacional por Cultivo. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

Alimentación (SAGARPA). www.siap.gob.mx

Secretaría de Economía. (2012). *Monografía del Sector Aguacate en México: Situación Actual y Oportunidades de Mercado*. Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Básicas. 21 p. www.se.gob.mx/files/

Vega-Agavo M.I., Suazo-Ortuño I., López-Toledo L., Gómez-Tagle A., Sillero N., Pineda-López R. y Alvarado-Díaz, J. (2021). Influence of avocado orchard landscapes on amphibians and reptiles in the trans-Mexican volcanic belt. *Biotrópica*, 56(3), 1631-1645. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/btp.13011>

ENTREVISTA

Dra. Sonia Tatiana Sánchez Quispe

Por: Horacio Cano Camacho



Con licenciatura en Ingeniería Civil; Especialidad en Obras de Riego Drenaje, JICA, Japón; Maestría en Informática aplicada a la Ingeniería Civil por la Universidad de Santander, España; Doctorado en Ingeniería Civil, con mención en Gestión de Recursos Hídricos por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Grado de Doctor con reconocimiento Cum LAUDE.

Actualmente es profesora e investigadora en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. Cuenta con reconocimiento y estímulo como Investigadora Nacional e integrante del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México (CONACYT). Reconocimiento Perfil PROMEP otorgado a profesores investigadores por la Secretaría de Edu-

cación Pública, México. Reconocimiento y Estímulo al Desempeño del Personal Docente (ESDEPED). Participación como ponente en congresos nacionales e internacionales relacionados con el agua, ponencias magistrales por invitación, artículos en revistas internacionales indexadas. Directora de tesis de licenciatura, maestría y doctorado en México y España. Coordinadora del grupo de Investigación Gestión Integral del Agua, grupo consolidado. Profesor de la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos. Integrante del Núcleo Académico Básico de la maestría Ciencias en Ingeniería Ambiental y doctorado en Ingeniería Civil. Asesora de tesis de licenciatura y posgrado, en México y España. Directora de proyectos de investigación financiados por la UMSNH, UNAM, CONACYT, Banco Mundial.

Gracias Dra. Sonia por aceptar esta charla con *Saber Más*. Tenemos una relación muy contradictoria con el agua. Sabemos que es un elemento indispensable para la vida y cualquier actividad en nuestro planeta, pero también es fuente de percances, incluso de tragedias. Parte de esta relación contradictoria no es propia de la naturaleza del agua, sino de fenómenos naturales y otros muy humanos relacionados con la gestión del agua. ¿Qué nos puede decir al respecto?

Efectivamente, el agua puede convertirse en una fuente de tragedias debido a los eventos extremos, como las inundaciones, las sequías y los huracanes. Estos fenómenos son parte de la dinámica natural y pueden ser devastadores. Por lo tanto, es necesaria una gestión adecuada del agua, esto significa gestionar los riesgos de estos eventos extremos y no gestionar la crisis que ocasionan las sequías, las inundaciones y los huracanes. En ese sentido, en México se está trabajando, por ejemplo, en la construcción de infraestructuras de protección y control de inundaciones, conocidas como medidas estructurales, pero aún no es suficiente. Falta mu-

cho camino en el desarrollo de medidas no estructurales, tales como los sistemas de alerta temprana y pronóstico a corto plazo, esenciales para minimizar los impactos de los eventos extremos ocasionados en las ciudades. Es muy importante anticiparse al conocimiento de los riesgos para la toma de decisiones y la planeación de las ciudades. Para esta anticipación no es suficiente un Atlas de Riesgos, se requiere una preparación de la población y de los tomadores de decisión; monitoreo en tiempo real de las variables meteorológicas, el cual debe ser denso en el tiempo y en el espacio para que aporte información robusta del evento; y un sistema de pronóstico basado en el monitoreo.

Usted trabaja en un grupo muy organizado de investigación y desarrollo en torno al agua, nos podría platicar del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Michoacana.

Los grupos de investigación en las universidades mexicanas se denominan cuerpos académicos, mismos que desempeñan un papel fundamental en la promoción de la investigación, la calidad





Grupo de investigación gestión integral del agua

educativa y el desarrollo de la academia en México. **El Cuerpo Académico Gestión Integral del Agua (GIA)**, del cual soy responsable, tiene un trabajo muy activo, destacando principalmente la **transferencia de conocimientos y tecnologías existentes o propias a la sociedad**. GIA está integrado por estudiantes de licenciatura en Ingeniería Civil, estudiantes de posgrado y profesores e investigadores de la Facultad de Ingeniería Civil. Los profesores de este grupo de investigación hacemos docencia en el Departamento de Hidráulica para la licenciatura en Ingeniería Civil y en los programas de posgrado como el doctorado en Ingeniería Civil, Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos, Maestría Ciencias Ingeniería Ambiental y Maestría en Infraestructura del Transporte. Físicamente, el grupo de trabajo está ubicado en el edificio del Laboratorio de Hidráulica, edificio H, en Ciudad Universitaria, donde se desarrolla la parte práctica de las diversas materias de hidráulica de la licenciatura que impartimos.

Hablemos un poco de usted, Dra. ¿Qué le llevó a

interesarse en trabajar con el agua? ¿Cómo fue su formación?

Durante los últimos años de la licenciatura en Ingeniería Civil realizaba prácticas profesionales, esto me llevó a identificar las diversas problemáticas relacionadas con el agua y la necesidad de especialistas, por lo que encaminé la tesis de licenciatura en el desarrollo de un proyecto relacionado con la hidráulica de canales que beneficiaba a los usuarios agrícolas y urbanos, con una problemática particular. Paralelamente a la licenciatura en Ingeniería Civil, estudié informática a nivel universitario, permitiéndome ambas licenciaturas, trabajar en una oficina del agua gubernamental, realizando licitaciones internacionales de la infraestructura hidráulica, logrando por medio de la oficina del agua, mi postulación a una beca del gobierno japonés para realizar la especialidad en Obras Hidráulicas, fue allí donde identifiqué mi inclinación hacia la investigación. Concluido mis estudios de especialidad, me postulé a una beca de Maestría en Informática para la Ingeniería Civil, realizando mis estudios en la Universidad de Cantabria, España. Posteriormente

te, fui admitida en el doctorado en Ingeniería de los Recursos Hídricos en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) en España, integrándome a un grupo de investigación del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la UPV, doctorándome y trabajando en diversos proyectos españoles gubernamentales y europeos.

Regresando a la primera pregunta. Vivimos en una ciudad (Morelia) que tiene una relación muy compleja con el agua, carencia en algunas zonas y problemas de encharcamientos en otras, incluso con lluvias muy ligeras, ¿podría comentarnos qué está pasando en nuestra ciudad?

Morelia requiere caminar a una gestión SOSTENIBLE del agua, esto significa ser una ciudad sensible al agua. Para que lo logre, no es suficiente contar con un sistema de agua potable y drenaje sanitario y pluvial eficiente. A Morelia le falta: (1) Evaluación de la situación actual, ya que Morelia no cuenta con un **diagnóstico de la gestión del agua**; (2) Planeación urbana sostenible, por ejemplo, la **captación de agua de lluvia**; (3) Infraestructura de agua avanzada, esto es modernizar la infraestruc-

tura de suministro de agua, tratamiento de aguas residuales y sistema de drenaje para mejorar la eficiencia y resiliencia ante eventos extremos; (4) **Gestión del riesgo** y resiliencia a eventos extremos, es decir, establecer planes de gestión del riesgo y medidas de adaptación al cambio climático; y (5) **Monitoreo y evaluación constante de variables climáticas**, útiles para realizar pronóstico en tiempo real y actualizar los planes de gestión del riesgo.

Las siguientes preguntas que se me ocurren son ¿Tenemos remedio? ¿Qué podríamos hacer, tanto las administraciones municipales, como nosotros los ciudadanos?

Las administraciones municipales requieren, en principio, **trabajar en el corto plazo ante un diagnóstico hídrico**, el cual debe ser automatizado con fines de actualización rápida, para ello se requieren convenios entre instituciones gubernamentales y la academia. Este diagnóstico nos llevará a un **Plan Hídrico para la ciudad de Morelia**, mismo que es muy necesario. También se debe trabajar profundamente en el monitoreo hidrometeorológicos y en la calidad del agua, este monitoreo





existe en diversas instituciones, pero no están cuidadas en el tiempo, por lo que se puede considerar información no útil, a la vez que se debe migrar a un monitoreo con tecnologías de bajo costo y comunicación inalámbrica donde la academia puede colaborar en la implementación y mantenimiento del sistema de monitoreo. **La captación de agua de lluvia se debe promover en la ciudadanía,** y aquí la academia juega un papel importante, ya que se pueden construir prototipos útiles para diversas zonas de Morelia. La participación ciudadana es esencial para la toma de decisiones en busca de la conservación y uso responsable del agua. En esa línea, Morelia cuenta con la Comisión del Cuidado del Agua dentro del Consejo Ciudadano de Morelia para apoyar en el desarrollo de las políticas públicas de la ciudad.

¿Cómo andamos en el número y calidad de los y las profesionales del agua en nuestro país? ¿Qué podría hacer un joven que le interesa este tema? ¿Dónde se puede formar?

La disponibilidad y calidad de los profesionales del agua puede variar según el estado y la disciplina específica, pero en general, en México se está avanzando en la formación de expertos en esta área. Actualmente, desde el gobierno fede-

ral, se han identificado los temas: Agua y Cambio Climático, dentro de los programas estratégicos a atender, por ser la causa de diversos problemas nacionales. Y como respuesta a la creciente conciencia sobre la importancia de una gestión sostenible del agua, **los jóvenes se están orientando a una especialización relacionada con el agua muy necesaria en México.**

Un joven interesado en el agua puede: (1) **Seguir una licenciatura** relacionada con el agua, o concluir la licenciatura con la línea terminal de Hidráulica, como es el caso del nuevo plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería Civil de la UMSNH; (2) **Participar en proyectos** de investigación, y una ventana a ello es considerar colaborar en grupos de investigación de su universidad relacionados directamente con el agua, acercándose a los responsables del grupo (la UMSNH cuenta con el Cuerpo Académico Gestión Integral del Agua), o participar en veranos de investigación como el verano Delfín a nivel nacional o el verano Nicolaíta de la UMSNH. Esto proporcionará una experiencia práctica y permitirá construir una red de contactos en el campo; (3) **Formación continua**, misma que es esencial en este campo en constante evolución, por ejemplo, participar en un posgrado o en cursos-talleres especializados para mejorar las

habilidades y los conocimientos. La Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH, cuenta con el posgrado de Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos, y durante los veranos en el marco de la retribución social de los estudiantes de posgrado, realizan cursos-talleres altamente especializados para jóvenes de licenciatura interesados en el área; (4) **Prácticas profesionales** en sectores del agua gubernamentales o en empresas privadas, así como en organizaciones no gubernamentales (ONG) enfocadas en temas hídricos; y (5) **Participación en organizaciones y redes profesionales** relacionadas con el agua. En esta línea se puede mencionar la Asociación Mexicana de Hidráulica, la Asociación de Captación de Agua de Lluvia, entre otros que incluyen dentro de su estructura los capítulos estudiantiles.

Ustedes en el Laboratorio de Hidráulica tienen una labor ejemplar en la divulgación de la ciencia y de la tecnología en torno al agua, ¿qué nos puede decir al respecto?, ¿por qué tanto entusiasmo?

Como lo comenté en un inicio, las actividades de divulgación de la ciencia y de la tecnología

que son realizadas (Tianguis de la Ciencia, Verano de Investigación y cursos-talleres) al interior del Laboratorio de Hidráulica, son liderados por el grupo del Cuerpo Académico Gestión Integral del Agua con el apoyo de profesores e investigadores, estudiantes de licenciatura y de posgrado. Este entusiasmo se basa en que todos y cada uno de los integrantes del grupo creemos en la necesidad de abordar los desafíos relacionados con este recurso y garantizar su disponibilidad y calidad para las generaciones venideras. Tenemos el convencimiento de que **la divulgación desempeña un papel crucial en la promoción de conciencia**, la toma de decisiones informadas y la búsqueda de soluciones innovadoras.

En toda actividad realizada por el grupo, cada uno de los integrantes tiene una labor que desempeña con responsabilidad, calidad, preparación, paciencia y entusiasmo, con el fin de lograr cada año mejores resultados que los obtenidos en años anteriores. Aprendemos de nuestros errores y fortalecemos lo destacado.

¿Algo que quiera agregar, Dra.? Y aprovecho para agradecerle esta plática.

Mis sinceras gracias por la invitación. Para nosotros es un reconocimiento al trabajo que hemos venido realizando, que se ve, pero que no se ha verbalizado. Los integrantes del grupo informamos a nuestros estudiantes la necesidad de formarse en temas del agua, pero considero que no es suficiente, aún hacen falta especialistas en el agua, por lo que me gustaría aprovechar para invitar a los jóvenes a escudriñar las problemáticas de un país como México y prepararse para ello, uniéndose como servicio social, tesis de licenciatura o de posgrado en grupos relacionados con las áreas prioritarias. Y a los profesionales y tomadores de decisión relacionados con el agua, decirles que es **necesario trabajar conjuntamente la academia, las entidades gubernamentales y las privadas**; la academia está desarrollando investigación aplicada, y por ello, debemos trabajar en buscar las rutas de colaboración.



ARTÍCULO

Los titanosaurios: Los gigantes de la Tierra

Romana Estefanía Zárate-Santiago e Iván Moreno-García



https://pixabay.com/es/photos/search/gigantes%20dinosaurios/?manual_search=1

Romana Estefanía Zárate-Santiago. Hidrobióloga y egresada del Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC, UNAM. Estudiante de posgrado en Geografía de Espacios Litorales en la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

zarate.romana@gmail.com

Iván Moreno-García. Hidrobiólogo y participante activo de los foros de Astrolab en la Casita de las Ciencias de la UNAM. Estudiante de posgrado en Geografía de Espacios Litorales en la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

ivanmoreno550@gmail.com

Saber quién ganaría una pelea entre los gigantes más conocidos del cine, Godzilla y King Kong, siempre resulta intrigante para los amantes de la ciencia ficción. El tamaño descomunal de ambos puede generar emoción, pero también controversia. Porque como lo dijo atinadamente Neil de Grasse Tyson, en el programa *Start Talk*, estos animales solo pueden existir dentro del mundo cinematográfico, pues en la vida real, su colosal altura haría colapsar sus piernas, es decir, estos titanes del cine terminarían literalmente: cayendo por su propio peso. Si pensamos en animales grandes, sin duda los dinosaurios no se escapan, y estos también han sido protagonistas de exitosos rodajes.

Un gigante cuando nadie era gigante

La evidencia **paleontológica** ha **aclarado muchas incógnitas** relacionadas con la diversidad y el tamaño de los dinosaurios; conforme se van descubriendo más fósiles, el reconocimiento al dinosaurio más grande va cambiando de dueño. Esto no solo ha permitido otorgarle el galardón al fósil más grande, sino que también ha ayudado a saber **cuándo surgieron estos gigantes**. Hay que recordar que en sus orígenes los dinosaurios eran pequeños y, con el paso de millones de años, se convirtieron en los gigantes más famosos del planeta.

Durante un largo tiempo se creyó que la adquisición evolutiva del gigantismo (dinosaurios con más de 10 toneladas) había ocurrido durante el Jurásico; sin embargo, con el descubrimiento de *Ingentia prima*, se demostró que los **primeros dino-**

saurios gigantes aparecieron 30 millones de años antes de lo pensado, es decir, **durante el Triásico Tardío**.

Los restos fósiles de *I. prima* fueron hallados en 2015, en Argentina, y a partir de esto se pudo realizar una **metodología novedosa**, basada en el estudio de la microestructura interna de los huesos para conocer **cómo crecían estos animales**. El estudio reveló que el crecimiento de esta especie discernía respecto al crecimiento ya conocido de los dinosaurios del Jurásico —que crecían de forma continua— y de los dinosaurios primitivos del Triásico que lo hacían anualmente. Así, *I. prima* crecía de manera cíclica y extremadamente acelerada, aun más rápido que los dinosaurios del Jurásico. De esta forma sabemos que *I. prima* es el primer dinosaurio gigante conocido hasta hoy. En otras palabras, llegó



a ser gigante cuando nadie más lo era.

No todos los gigantes son como los pintan

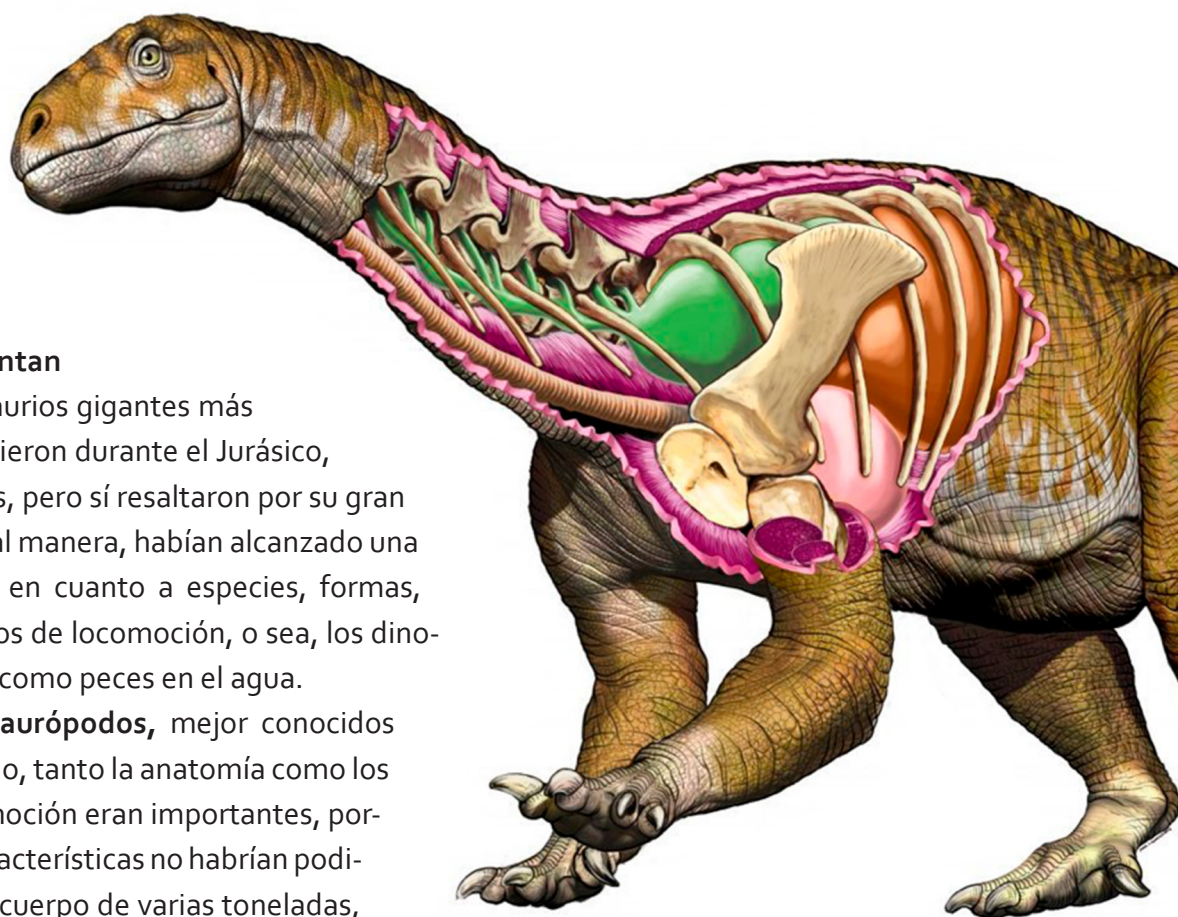
Los dinosaurios gigantes más famosos que vivieron durante el Jurásico, no estaban solos, pero sí resaltaron por su gran tamaño. De igual manera, habían alcanzado una gran diversidad en cuanto a especies, formas, tamaños y modos de locomoción, o sea, los dinosaurios estaban como peces en el agua.

Para los **saurópodos**, mejor conocidos como cuello largo, tanto la anatomía como los modos de locomoción eran importantes, porque sin estas características no habrían podido desplazar su cuerpo de varias toneladas, el cual estaba **adaptado con características específicas**, siendo las principales: cabeza pequeña, cuello y cola larga, además de las patas columnares —sin flexibilidad y con solamente función motora—. Asimismo, estos dinosaurios ya no poseían dedos, pues sus falanges se habían fusionado y, lo más importante, tenían un sistema de sacos aéreos en los huesos, similar al que poseen las aves hoy en día. De hecho, en algunas especies de saurópodos los sacos aéreos estaban dispuestos en los huesos de la cola, haciendo la misma función: aligerar el peso, tal es el caso del *Diplodocus*.

Estas características anatómicas eran recientemente consideradas imprescindibles para el gigantismo. Sin embargo, con el hallazgo de *I. prima*, se demostró que esa no era la única forma de ser gigante, pues este dinosaurio no poseía patas columnares, sino que sus patas delanteras podían ser utilizadas para otras actividades, no solo para soportar el peso; además, esta especie carecía de un cuello extremadamente largo, poseía falanges, garras bien desarrolladas y un cráneo que era proporcional respecto al cuerpo del dinosaurio.

El truco perfecto para ser gigante

En palabras sencillas, el truco para ser gigantes está en el **sistema respiratorio**, pero no habla-



<http://www.revista.unsj.edu.ar/?p=2988>

mos de cualquiera, sino de uno verdaderamente complejo que les permitió a los dinosaurios tener **esqueletos óseos muy grandes** cumpliendo una función de sostén, a la vez de aligerarlos para que no pesaran tanto y así alcanzaran tamaños gigantes.

La complejidad del sistema respiratorio se relaciona directamente con su sistema óseo, generando así una **neumaticidad** que es la **presencia de cavidades de aire dentro de los huesos**. De esta forma los pulmones se conectaban a un sistema de sacos aéreos y divertículos, haciendo que su esqueleto axial no fuera compacto, sino que los sacos aéreos llegaban a dejar —por así decirlo— huecos en algunos huesos.

Se sabe que **los dinosaurios contaban con sacos aéreos** y no precisamente porque estos se hayan encontrado en el fósil, pues al ser estructuras blandas se pierden con el paso del tiempo, en cambio lo que no se pierde son los huesos que pueden estar conformados por sistemas de fosas (depressiones) y forámenes (orificios) que encontramos principalmente en las vértebras, pese a los millones

de años transcurridos.

El sistema respiratorio de las aves modernas es muy parecido al de los dinosaurios. Mientras las aves para poder alzar el vuelo necesitan de un esqueleto liviano, además de compensar el gasto energético que implica volar, los dinosaurios necesitaban que su esqueleto no fuera tan compacto y pesado para poder desplazarse y alcanzar grandes tamaños. También es importante decir que al igual que las aves, no todos los dinosaurios tenían el mismo grado de neumaticidad y esto, como bien dicen los biólogos, depende de la especie.

Los titanosaurios: Lo que le sigue de gigante

No podemos negar que la cuestión del tamaño en los dinosaurios es uno de los atributos que más llaman la atención. Saber cuál es el dinosaurio más grande es algo que apasiona tanto a especialistas como a amateurs. Sin embargo, el reconocimiento por ser el dinosaurio más grande no es eterno, ya que el conocimiento científico es como una escalera donde, si bien cada peldaño es sólido, siempre existe la posibilidad de que cambie, pues el saber científico no es estático, sino que está en

constante revisión, por lo que en la medida en que se realizan nuevos hallazgos se añaden, se descartan o se modifican los peldaños de la escalera de la ciencia.

Dentro de los titanosaurios existe un grupo conocido como **titanosaurios sudamericanos**. Su nombre en ciencia es Lognkosaurios. Y es justamente a este grupo que pertenece el *Argentinosaurus huinculensis*, primer gigante que salió a la luz. El peso de este dinosaurio rondaba las 60 toneladas y se encontró en la provincia de Neuquén, Argentina. Los restos fósiles de este animal se terminaron de extraer en 1989, sin embargo, apenas se hallaron algunas vértebras, una costilla y parte de una tibia, pero eso sí, todas estas eran extremadamente grandes.

Otro dinosaurio que también conforma el grupo de los titanosaurios es el *Puertasaurus reuili*, descubierto en 2001 y que habitó al sur de Argentina. La importancia de este hallazgo fue que se encontró la **primera vértebra cervical de un titanosaurio**, la cual brindó información sobre la anatomía del cuello, indicando que el de *P. reuili* alcanzaba proporciones excepcionales ya que estas



vértebras son mucho más anchas que las del tan conocido *Diplodocus*.

Hasta 2017, *P. reuili* y *A. huinculensis*, eran los titanosaurios más grandes conocidos. Pero, como ya dijimos, la ciencia no se queda estacionada. Fue a mitad de ese año que se publicó uno de los hallazgos más increíbles en la historia de la paleontología. Todo comenzó con el descubrimiento que realizó un peón rural durante una excavación, nuevamente en Argentina. En aquel 2013, nadie se hubiera imaginado que aquel hallazgo formaba parte de los restos fósiles del *Patagotitan mayorum*, el dinosaurio que midió de la cabeza a la cola **37 metros** y que pesaba aproximadamente **70 toneladas**.

El hallazgo del *P. mayorum* fue un hecho sin parangón. Pero más allá de que sea considerado el más grande hasta el momento, lo relevante es que **por primera vez conocemos**, relativamente bien, **la anatomía de un titanosaurio**, lo cual hace posible un estudio sólido respecto a la evolución de estos gigantes.

A la espera de un nuevo titán

La paleontología, como toda ciencia, siempre nos mantiene expectantes. Así nos mantuvo el hallazgo del nuevo dinosaurio localizado en Neuquén, Argentina. Los resultados de esta investigación se publicaron a principios de 2021 en la revista *Cretaceous Research*. Y todo indica que este ejemplar es más grande que *P. mayorum*; sin embargo, aún queda trabajo en la excavación. Hasta el momento se han hallado y analizado veinticuatro vértebras de la cola y huesos de la cintura pélvica y pectoral del



saurópodo. Y haciendo comparaciones entre este nuevo ejemplar y el *P. mayorum*, la longitud total del pubis del dinosaurio hallado recientemente es un 10 por ciento más larga que *P. mayorum*. Pese a esta diferencia y a los análisis filogenéticos preliminares que indican que el ejemplar pertenece al clado de los Lognkosaurios, aún hacen falta algunas piezas claves del sistema óseo para calcular la masa corporal y concluir sólidamente si se trata de una nueva especie.

Ahora nos toca ser pacientes tanto para conocer si el nuevo dinosaurio hallado le quitará a *P. mayorum* el trono que ocupa, aunque al parecer ya se está preparando todo para coronar al nuevo gigante.



Carballido J. y Pol L.D. (2017). Patagotitan, ¿el dinosaurio más grande del mundo? *Ciencia Hoy*, 27(157), 4-57. <https://cienciahoy.org.ar/wp-content/uploads/Revista-157.pdf>

Salgado L. y Coria R. (2002). Dinosaurios gigantes de la Patagonia. *Investigación y Ciencia*, 312, 38-44. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/terapia-glucdica-342/dinosaurios-gigantes-de-la-patagonia-2710>

Salgado L. y Pasquali R. (2001). El cómo, cuándo y dónde de los dinosaurios de la Argentina: Una reseña sobre las principales especies conocidas y su descubrimiento. *Ciencia Hoy*, 11(65), 42-57. <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy65/dinosaurios.htm>

ARTÍCULO

Altas presiones hidrostáticas: ¿El futuro para conservar alimentos?

Sarai Escobedo-García y David Roberto Sepúlveda-Ahumada



Sarai Escobedo-García. Estudiante del programa de Doctorado en Ciencias del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., División de Fisiología y Tecnología de Alimentos de la Zona Templada en Cuauhtémoc.
sarai.escobedo.dc18@estudiantes.ciad.mx

David Roberto Sepúlveda-Ahumada. Profesor-Investigador Titular D, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., División de Fisiología y Tecnología de Alimentos de la Zona Templada en Cuauhtémoc.
dsepulveda@ciad.mx

Desde la prehistoria, el ser humano se ha visto en la necesidad de prolongar la vida útil de los alimentos con el propósito de poder guardarlos y consumirlos después, manteniendo su calidad microbiológica, nutricional y sensorial. Desde entonces y hasta hoy, **el concepto de conservación de alimentos ha evolucionado.**

En la actualidad, podemos encontrar una inmensa variedad de alimentos con diferentes características, por lo que **existen diversos métodos de conservación.** Entre los más utilizados y efectivos encontramos los procesamientos térmicos como la pasteurización, la cual es muy efectiva para la inactivación de microorganismos patógenos. Sin

embargo, este tipo de procesos térmicos afectan las propiedades de los alimentos, tales como su aspecto y su composición.

Ante la creciente demanda por consumir productos que conserven el aspecto y las propiedades de un alimento fresco, en las últimas décadas han surgido métodos más innovadores capaces de cumplir con tales demandas. Entre estos métodos están las **altas presiones hidrostáticas**, que son un tipo de procesamiento no-térmico en el que los alimentos son sometidos a una **presión que es al menos mil veces mayor que la presión atmosférica de la Tierra**, o lo equivalente a soportar el peso de un elefante sobre nuestro dedo pulgar. Esta tecnología es eficaz para inactivar microorganismos patógenos sin sacrificar la calidad de los alimentos.

Hoy en día, es posible encontrar en el supermercado alimentos procesados mediante este método de conservación, tales como salsas, carnes, embutidos, ensaladas, mariscos, lácteos, jugos, guacamole, hummus, entre otros. Dada la relevancia de esta tecnología, en este artículo describiremos una breve historia de la evolución de los métodos de conservación, aspectos generales de las altas presiones hidrostáticas como método de conservación, sus ventajas y perspectivas en la industria alimentaria.

De la hoguera a la nevera

Nos remontaremos a la época de la prehistoria, donde en una oscura y fría cueva se encontraba un cavernícola frotando dos piedras entre sí, y todos sabemos que paso después. Con el **descubrimiento del fuego la vida de este cavernícola se volvió más sencilla**. Un día al volver a su cueva cargado con la carne de un animal que cazó, dejó caer por accidente un trozo de esta en la hoguera, y al no poder retirar del fuego el trozo de carne, se resignó y lo dio por perdido. Frustrado por su descuido y sentado en un rincón, el cavernícola empezó a notar un olor nuevo, proveniente de la hoguera. Con ayuda de una vara retiró el pedazo de carne, lo observó por un momento y, finalmente, decidió comerlo. En ese momento, sin saberlo, descubrió la cocción.

Probablemente **la cocción** de los alimentos sea la **primera técnica de conservación**, la cual data de alrededor del año 500 000 antes de nuestra era. Al paso del tiempo la cocción fue evolucionando, y cocinar a fuego directo los alimentos ya no fue la única forma de consumirlos, puesto que los antiguos humanos comenzaron a hervir, rostizar, cocer a vapor, freír y hornear sus alimentos.

Después del descubrimiento de la cocción, cerca del año 12 000 antes de nuestra era, los humanos aprendieron a **secar los alimentos**. En aquellos días, el secado al sol era la única alternativa para



<https://pixabay.com/es/fotos/fuego-maceta-hist%C3%B3rico-recreaci%C3%B3n-4387886/>



secar carnes, pescados y frutos. Posterior a esta invención, hay registros que muestran que hace unos doce mil años se descubrió la **fermentación**. A diferencia de otros métodos, donde se busca eliminar a los microorganismos, la fermentación involucra la presencia de estos y su desarrollo.

Se cree que el descubrimiento de la fermentación ocurrió accidentalmente. Probablemente fue culpa de algún pastor que cruzaba el desierto con un poco de leche que había ordeñado de sus cabras. Bajo aquel calor intenso, la leche se fermentó y dio paso a lo que conocemos como yogur. Los primeros alimentos fermentados fueron la leche, frutas, vegetales y carne. Para el año 3 500 antes de nuestra era, nuestros antepasados comenzaron a utilizar **el salado y el ahumado** para preservar carne y pescado.

Aproximadamente en el año 1 100 antes de nuestra era, se usó por primera vez en China una **nevera improvisada**, colocando nieve y hielo en un sótano para almacenar carne y pescado. Pese a ser una técnica utilizada desde la antigüedad, no fue hasta alrededor de 1950 que se desarrollaron sistemas efectivos de refrigeración y congelación. En la actualidad, todos poseemos en nuestros hogares un refrigerador donde podemos encontrar y disfrutar a cualquier hora un vaso de leche fresca.

¿Qué tan exigente eres con los alimentos que consumes?

Como consumidores siempre buscamos tener lo mejor en nuestra vida diaria, ya que queremos tener el celular de mejor calidad, la pantalla con mayor resolución, la ropa de mayor calidad, el automóvil más sofisticado, etc. Pero, **¿somos exigentes con los alimentos que consumimos?** Antes de responder esta pregunta entremos en contexto. En la actualidad, la población se encuentra muy preocupada por lo que consume. Este aspecto representa un **foco de atención para la industria alimentaria**, por esta razón enfoca todos sus esfuerzos a identificar y satisfacer las necesidades de los consumidores.

Aunado a lo anterior, de acuerdo con la Dra. Martha Tarazona, profesora en la Universidad de Bogotá «Jorge Tadeo Lozano», existen varias tendencias que las nuevas generaciones de consumidores contemplan al elegir sus alimentos. La primera es **«quiero productos naturales»**, esta hace referencia al consumo de alimentos que conserven sus nutrientes (vitaminas, minerales, ácidos grasos, etc.). La segunda, **«prefiero alimentos poco procesados»**, es decir, productos que conserven su frescura. Otra exigencia es **«quiero alimentos listos para comerse»**, para invertir poco tiempo en

la preparación de estos. Y, por último, «**quiero que mis alimentos cumplan lo que prometen**», con esto nos referimos a que las etiquetas den toda la información acerca del producto.

Con lo antes mencionado, ahora podemos responder a la pregunta ¿Somos exigentes con los alimentos que consumimos? Y la respuesta es sí. Poco a poco nuestra sociedad se preocupa más por lo que consume y le interesa estar informada. Con esto surge una nueva interrogante, ¿existe algún método de conservación que satisfaga nuestras necesidades como consumidores exigentes?

Prensado y conservando

Las **altas presiones hidrostáticas** son un método de conservación que **no utiliza altas temperaturas** para deshacerse de los microorganismos indeseables en los alimentos. En este método, los alimentos son colocados en un recipiente que es sometido a alta presión. Usualmente, se utiliza agua como medio para transmitir la presión. La temperatura y la duración del tratamiento pueden variar dependiendo del alimento y de las características que se deseen obtener, aunque generalmente se utilizan temperaturas cercanas a la del ambiente y la duración suele ser corta. Dado que no es un tratamiento agresivo, **las propiedades de los alimentos** como sabor, color, olor, textura y valor nutrimental, **no se ven significativamente alteradas**, y en algunos casos estas propiedades pueden verse mejoradas.

La aplicación de esta tecnología como método de conservación tiene poco tiempo en comparación a los procesamientos térmicos. Los **primeros experimentos** con altas presiones datan de **1790 a 1825**. Sin embargo, los equipos utilizados eran improvisados y los científicos de aquel entonces no estaban interesados en este procesamiento como método de conservación de alimentos.

Fue hasta finales del siglo XIX cuando las altas presiones hidrostáticas se utilizaron por primera vez para conservar alimentos, por B. H. Hite. La leche fue el primer alimento con el que se experimentó para su conservación con este método, logrando prolongar su vida útil. Sin embargo, la poca disponibilidad de equipos de altas presiones retrasó el avance durante la primera mitad del siglo XX. Fue hasta 1991 cuando apareció por primera vez en los supermercados de Japón un producto tratado con esta tecnología, se trataba de una mermelada. En 1992, una empresa japonesa se encargó de procesar jamón de cerdo, el primer producto cárnico sometido a altas presiones hidrostáticas. A pesar de las dificultades, **esta tecnología representa el caso más exitoso** de implementación industrial de una nueva tecnología no térmica, basada en una intensa investigación durante las últimas tres décadas.

Este método tiene muchas ventajas. Una de ellas es que logra los resultados del procesamiento térmico con respecto a la **inocuidad microbiológica**, pero sin los inevitables y perjudiciales efectos secundarios de los procesamientos térmicos (pérdi-



da de calidad). También **prolonga la vida útil de los alimentos** más del doble a comparación de otros métodos de conservación. Además, el costo promedio de operación va desde \$ 1 hasta \$ 10.50 por litro o kilogramo de producto y se pueden procesar muchas unidades en un mismo proceso, por lo que **no es demasiado caro**. Finalmente, y no menos importante, esta tecnología **es amigable con el medio ambiente**, ya que se considera un proceso libre de residuos.

Una ventana hacia el futuro

En las últimas dos décadas se ha visto un incremento en el uso de altas presiones. Además de las ventajas ya mencionadas, existen otras áreas de oportunidad que han sido hasta ahora poco exploradas. Entre estas **nuevas áreas de aplicación** están la conservación de las propiedades antioxidantes, reducción del índice glucémico y del contenido de sal en los alimentos, retención de compuestos importantes para la salud humana, desarrollo de productos probióticos y extracción de compuestos para su uso en la industria alimentaria.



La aplicación de las altas presiones **va más allá de su uso en la industria**. En 2011, el chef Andoni Luis Aduriz y su equipo, presentaron en Madrid una manera diferente de procesar los alimentos. Entre sus hallazgos cabe destacar el procesamiento de moluscos, a los cuales les pudieron retirar toda la carne después de ser procesados, obteniendo un mayor aprovechamiento del producto. También procesaron espárragos, y mencionaron que estos seguían frescos y crujientes a pesar de haber atravesado el proceso de cocción.

Seguramente será difícil que todos tengamos un equipo de altas presiones en nuestra cocina, lo que sí es probable es que en el futuro cuando mamá nos mande a la tiendita de la esquina por leche, en el reverso encontremos una leyenda que diga «producto procesado por altas presiones hidrostáticas».



Joardder M.U.H. y Hasan-Masud M. (2019). A Brief History of Food Preservation. In: Joardder M.U.H. y Hasan-Masud M. (Eds.), *Food Preservation in Developing Countries: Challenges and Solutions* (pp. 57-66). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11530-2_3

Martínez-Girón J., Figueroa-Sepúlveda K. y Castillo-Robles N.Z. (2021). Aplicación de altas presiones y otras tecnologías en frutas como alternativa de tratamientos térmicos convencionales. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 271-285. <https://re->

vistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/1772

Téllez-Luis S.J., Ramírez J.A., Pérez-Lamela C., Vázquez M. y Simal-Gándara J. (2001). Aplicación de la alta presión hidrostática en la conservación de los alimentos / Application of high hydrostatic pressure in the food preservation / Aplicación da alta presión hidrostática na conservação dos alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(2), 66-80. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11358120109487649>

ARTÍCULO

Regeneración cerebral

Sergio Cornelio-Martínez y Lucía de la Cruz-Color



<https://pixabay.com/es/illustrations/humano-cerebro-avatar-biolog%C3%ADa-5937759/>

Sergio Cornelio-Martínez. Profesor de asignatura del Centro de Enseñanza Técnica Industrial, División Químico en Fármacos, Academia de fármacos.
scornelio@ceti.mx

Lucía de la Cruz-Color. Profesor de Asignatura del Centro Universitario de la Ciénega, División de Desarrollo Biotecnológico, Departamento de Ciencias Médicas y de la Vida.
lucia.delacruz@academicos.udg.mx

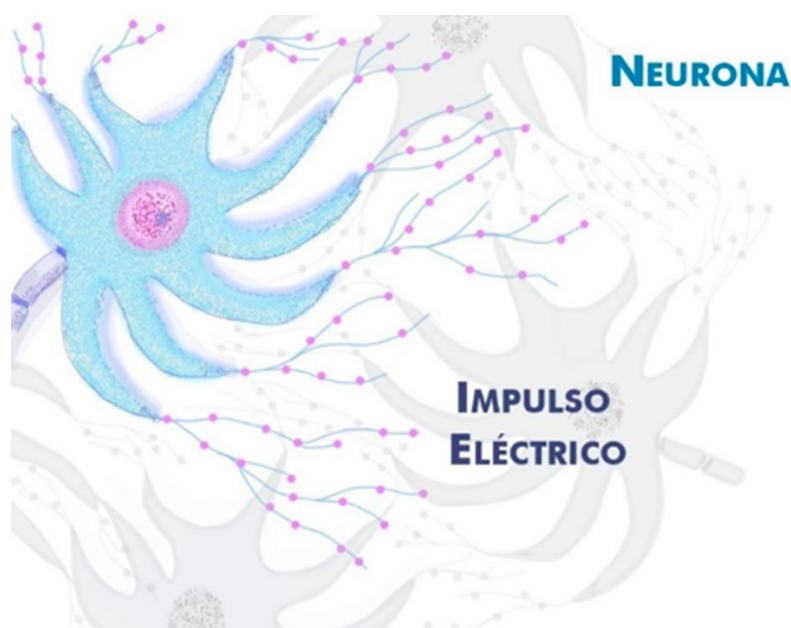
El sistema nervioso se divide en **sistema nervioso central**, compuesto por el encéfalo y la médula espinal, y **sistema nervioso periférico** que comprende los nervios que inervan todos los órganos y tejidos del organismo. A su vez, el encéfalo, que es la parte que resguarda el cráneo y es comúnmente conocido como el cerebro, está subdividido en la corteza cerebral, el diencefalo, el tronco encefálico y el cerebelo. El **encéfalo** es un órgano muy importante, ya que gracias a este podemos **sentir, actuar, interpretar, pensar, desear y razonar**. Además, es el principal respon-

sable de todas las acciones que realizamos, tanto conscientes como inconscientes, que nos brindan la capacidad de responder a un mundo en continuo cambio que demanda respuestas rápidas y precisas.

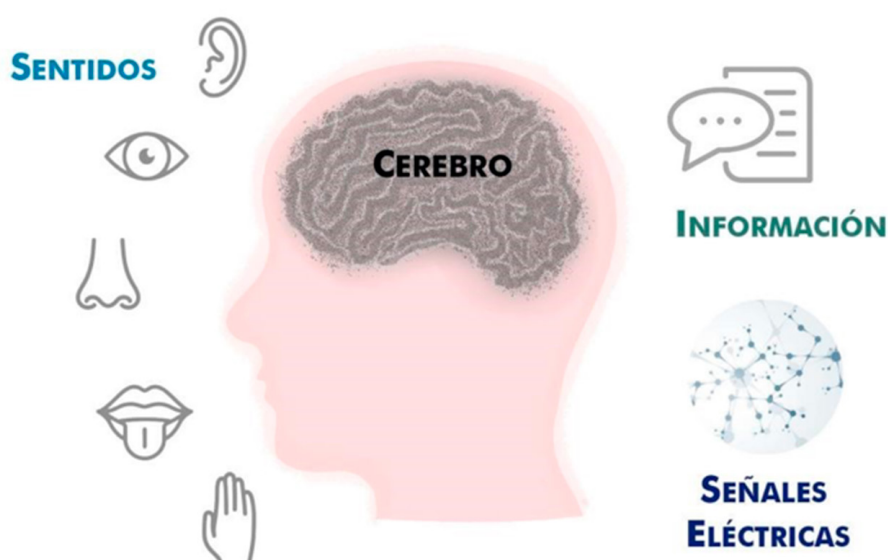
Al encéfalo llega toda la información que se recoge de la periferia por parte de los sentidos, como el tacto, el oído, la vista, el olfato y el gusto, a través de señales eléctricas enviadas por las neuronas, que son células que componen el sistema nervioso. Toda esta información es procesada, integrada, interpretada y almacenada en las diferentes áreas del encéfalo, el cual, consecutivamente, genera aprendizaje y memoria que le brinda la capacidad de generar respuestas ante los diferentes estímulos que recibe.

Las neuronas

Las **neuronas** son las **principales células que forman el sistema nervioso**, tanto central como periférico. Estas células tienen una estructura en forma de árbol con múltiples ramificaciones conocidas como **dendritas y axones**, a través de las cuales, establecen numerosos contactos con otros cientos de neuronas formando circuitos



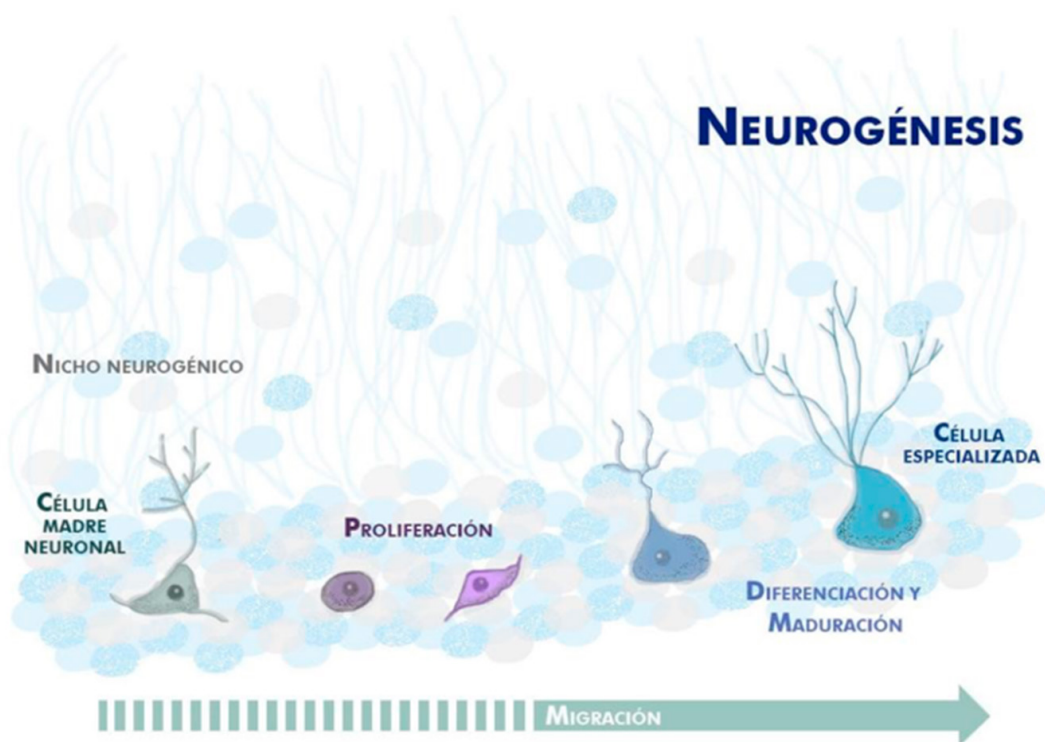
Neurona. Imagen: L. De la Cruz-Color.



Cerebro y sus funciones. Imagen: L. De la Cruz-Color.

eléctricos. Además, son **células especializadas** capaces de recibir y generar impulsos eléctricos que les brinda la capacidad de comunicarse entre ellas, así como con otros tipos de células. Todo esto, con la finalidad de recibir información desde los órganos y tejidos periféricos como la piel, los músculos, los oídos, los ojos, etc. Esta información es transformada en señales eléctricas que son enviadas desde la periferia hasta el encéfalo o cerebro, donde son procesadas y almacenadas. Consecutivamente, el encéfalo genera nuevos impulsos eléctricos a manera de respuesta que son transmitidos hacia los órganos y tejidos periféricos, como los músculos, los intestinos y las glándulas productoras de hormonas.

Finalmente, en la periferia se generan respuestas a estos impulsos eléctricos, tales como los movimientos voluntarios e involuntarios del organismo y la secreción de hormonas que regulan el crecimiento. Hasta hace algunas décadas, existía una teoría que mencionaba lo siguiente: «las neuronas con las que los seres humanos nacemos es la misma cantidad con la que morimos», es decir, una vez que los humanos nacemos somos incapaces de generar nuevas neuronas. Sin embargo, esta teoría ha sido refutada y en las últimas décadas se ha demostrado que **el cerebro de una persona adulta aún tiene la capacidad de generar nuevas neuronas**, proceso conocido como neurogénesis.



Neurogénesis. Imagen: L. De la Cruz-Color.

Neurogénesis y regeneración cerebral

La **neurogénesis** es un proceso complejo altamente regulado, en el que cierto tipo de células madre, conocidas como células madre neuronales (NSC, por sus siglas en inglés) dan lugar a **nuevas neuronas**. Este proceso involucra la división de las células madre neuronales para formar un mayor número de células con capacidad de formación de nuevas neuronas, proceso conocido como **proliferación celular**. También involucra la maduración y diferenciación de las células madre hacia neuronas que son células especializadas, así como la formación de sus ramificaciones, es decir, las dendritas y los axones. Además, las nuevas neuronas formadas tienen que migrar desde la zona neurogénica en la que se encuentran, hacia el área de la cual van a formar parte.

Finalmente, estas forman conexiones con otras neuronas a través de sus dendritas y axones, para establecer circuitos eléctricos que permitan la comunicación entre ellas. **La neurogénesis ocurre durante todo el desarrollo fetal**, para formar tanto el sistema nervioso central como el sistema nervioso periférico del nuevo ser que se está desarrollando. Sin embargo, **en el cerebro de un adulto** el proceso neurogénico **se restringe** a dos áreas específicas: la **zona subgranular (SGZ)** (por sus siglas en inglés) del giro dentado del hipocampo y la

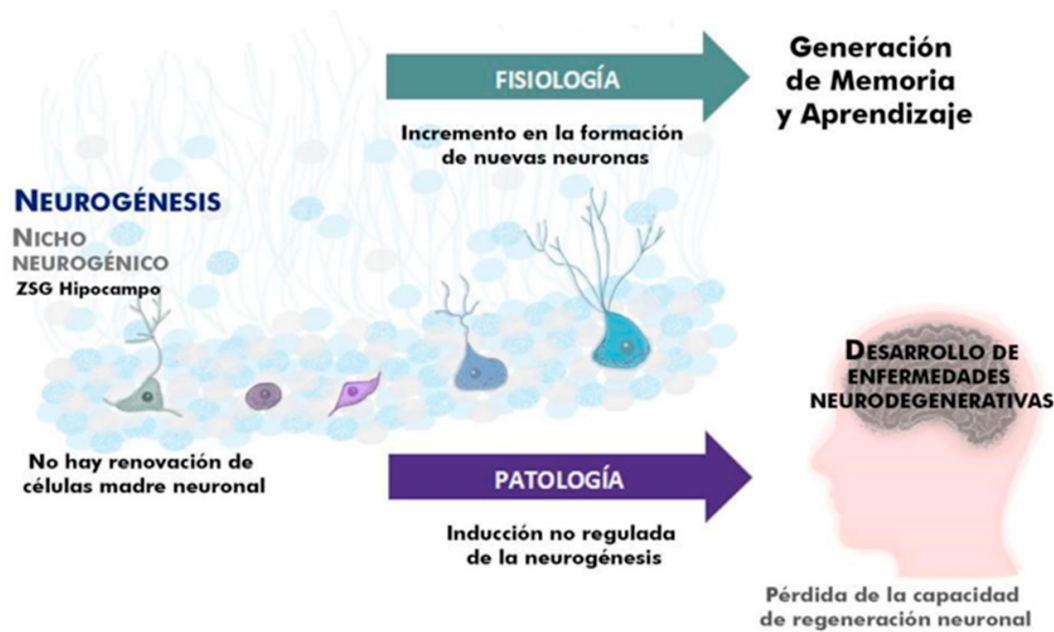
zona subventricular (SVZ, por sus siglas en inglés) localizada bajo los ventrículos laterales; áreas conocidas como los nichos neurogénicos del cerebro adulto.

Estas áreas del cerebro son capaces de mantener la formación de nuevas neuronas durante toda la vida de una persona. Sin embargo, la **velocidad de generación** de nuevas neu-

ronas en el cerebro adulto, **es menor** en comparación con la velocidad observada durante el desarrollo fetal, y **disminuye conforme incrementa la edad** de las personas. Además, cabe resaltar que las nuevas neuronas generadas en el cerebro adulto, únicamente pueden migrar a regiones cercanas a los nichos neurogénicos, por lo tanto, la mayor parte del encéfalo no tiene la oportunidad de ser regenerado, o al menos es lo que se sabe hasta el día de hoy. A pesar de esto, estudiar la neurogénesis en el cerebro adulto es de gran importancia, ya que este fenómeno, altamente complejo, ha sido relacionado tanto con procesos fisiológicos normales del cerebro, como con procesos fisiopatológicos.

Procesos fisiológicos y patológicos asociados a la neurogénesis

A pesar de que la neurogénesis se restringe a dos áreas específicas del cerebro adulto —los nichos neurogénicos—, en las últimas décadas se ha observado que esta se relaciona tanto con procesos fisiológicos normales, como con procesos fisiopatológicos. Hasta el momento, la mayoría de las investigaciones realizadas sobre la neurogénesis en el cerebro adulto, han documentado que esta se relaciona principalmente con los **procesos de memoria y aprendizaje**. Lo anterior, se debe a que el hipocampo es la principal área del



Procesos fisiológicos y patológicos asociados a la neurogénesis.
Imagen: L. De la Cruz-Color.

cerebro en la que se llevan a cabo dichos procesos y, además, es la región en la que se encuentra la zona subgranular del giro dentado que es el nicho neurogénico más estudiado hasta ahora. Durante los procesos de aprendizaje y la generación de memoria, ocurre un incremento en la formación de nuevas neuronas que migran desde la zona subgranular hacia diferentes áreas del hipocampo. Estas nuevas neuronas forman conexiones con las neuronas ya existentes, integrándose en los circuitos neuronales preformados del hipocampo, permitiendo la generación de memoria y aprendizaje. Por el contrario, algunas alteraciones como los problemas de aprendizaje y los trastornos de la memoria, están relacionadas con la disminución de la capacidad neurogénica de la zona subgranular del giro dentado del hipocampo.

Otros estudios realizados en ratones adultos, han mostrado que la inducción de la neurogénesis es capaz de contrarrestar los procesos neurodegenerativos, es decir, la muerte progresiva de las neuronas asociada a enfermedades como el Alzheimer y el Parkinson. Sin embargo, la inducción no

regulada de la neurogénesis puede ocasionar la maduración y diferenciación de todas las células madre neuronales de los nichos neurogénicos, sin que exista una renovación de estas células madre.

Lo anterior, conduce a la pérdida de la capacidad de regeneración del cerebro adulto y, por lo tanto, incrementa la predisposición al desarrollo de enfermedades neurodegenerativas. Entender la forma en la que se regula el proceso de neurogénesis en el cerebro adulto es de gran interés para la comunidad científica, ya que permite **comprender** de manera más clara la **fisiopatología de los diferentes desórdenes del sistema nervioso central**, tales como las enfermedades neurodegenerativas y los desórdenes psiquiátricos. Además, nos brinda la oportunidad de buscar **nuevas estrategias terapéuticas** para el tratamiento de estos desórdenes y en un futuro, quizás, gracias a estos nuevos conocimientos generados, incluso se podría lograr la regeneración de las diferentes áreas que forman parte del sistema nervioso central.



Gage F.H. (2002). Neurogenesis in the adult brain. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 22(3), 612-613. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-03-00612.2002>

Navarro-Quiroz E., Navarro-Quiroz R., España-Puccini P., Ahmad M., Díaz-Pérez A., Villarreal J.L., Vásquez L. y Torres A. (2018). Neurogénesis en cerebro adulto. *Re-*

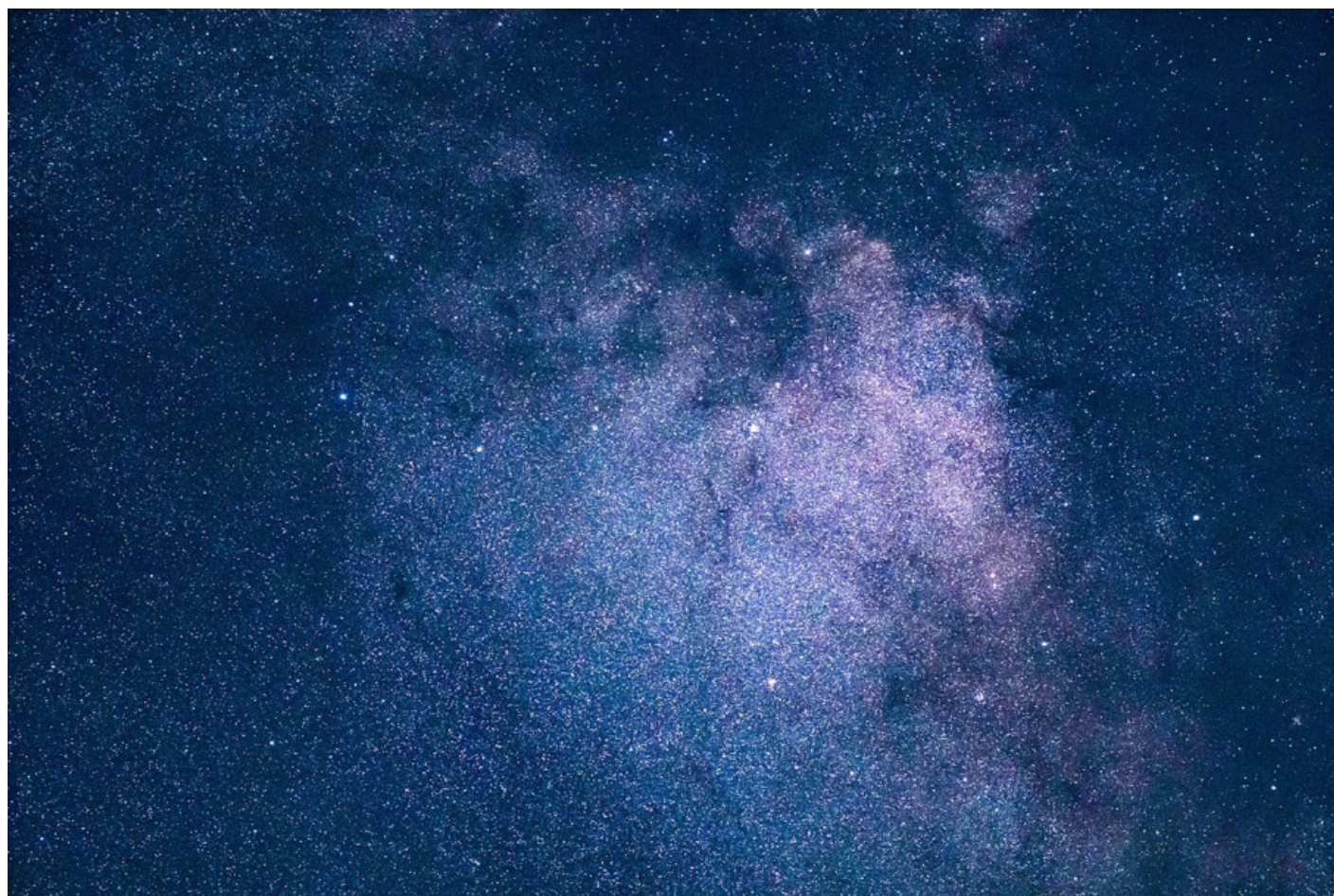
vista Salud Uninorte. Salud, Barranquilla, 34(1), 144-159. <https://doi.org/10.14482/sun.34.1.9992>

Olivares-Hernández J.D., Juárez-Aguilar E. y García-García F. (2015). El hipocampo: neurogénesis y aprendizaje. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 15(1), 20-28. https://www.uv.mx/rm/num_antteriores/revmedica_vol15_num1/contenido/index.htm

ARTÍCULO

El problema de la materia oscura: Un semillero de ideas

Francisco S. Guzmán-Murillo



<https://pixabay.com/es/fotos/v%C3%ada-l%C3%a1ctea-cielo-estrellado-5295160/>

Francisco S. Guzmán-Murillo. Profesor e Investigador del Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
francisco.s.guzman@umich.mx

Los cambios de paradigma en la actividad científica suelen llevar consigo la invención de nombres enigmáticos: **materia oscura** no es la excepción, e **implícitamente sugiere incertidumbre y misterio**. El propósito de este artículo es transmitir lo que representa, lo que no es y lo que podría ser, ilustrando al mismo tiempo pequeñas revoluciones científicas en el camino. Las **revoluciones científicas fomentan los cambios de paradigma en la actividad científica** —como explica el texto clásico de Thomas S. Kuhn en 2013—, y **germinan a partir de un descubrimiento que contradice el conocimiento de la época**.

Existen **casos emblemáticos de la ruptura de paradigmas en la Física**, algunos más destacados que otros. Para ilustrar la magnitud del reto en el problema de la materia oscura, comentaré acerca de la **anomalía en la trayectoria de Mercurio**, descubierta a partir de la colección de observaciones desde 1697 hasta 1848. Los datos astronómicos disponibles implicaban la precisión de la órbita de este planeta en 43 segundos de arco por siglo, una observación de gran precisión que no podía explicarse con las observaciones disponibles, incluso hasta inicios del siglo XX, considerando las leyes de Kepler contenidas en la teoría de Newton.

Surgió así un **problema inverso**. Los hay de dos tipos: **problema de la causa y problema del modelo**. El primero plantea la búsqueda de explicaciones a un fenómeno sin la necesidad de modificar la teoría existente, es decir, sin la necesidad de cambiar el **paradigma**; la explicación de Urbain Le Verrier al problema de Mercurio, fue que habría un planeta cuya presencia perturba la trayectoria de Mercurio, el planeta Vulcano que nunca fue observado. El segundo problema busca desafiar al paradigma, en este caso la teoría newtoniana, para explicar el fenómeno. El desenlace fue la solución al **problema del modelo**, la recién formulada **teoría general de la relatividad**, la cual logró explicar la trayectoria de Mercurio sin la necesidad de suponer

la existencia de Vulcano.

Sin embargo, la hipótesis de Vulcano no fue un capricho de Le Verrier, ya que el método de buscar un planeta que explicara el comportamiento de otro, había sido utilizado con éxito por él mismo al predecir, usando la teoría newtoniana, la existencia y posición de Neptuno a partir de observaciones sobre la órbita de Urano. Le Verrier había resuelto un **problema de la causa** con anterioridad.

El caso de la materia oscura

Corre la época de los grandes descubrimientos cosmológicos, en especial el de Edwin P. Hubble, quien mostró en 1929, que en promedio, las galaxias vistas desde la Tierra se alejan, evidencia seguida de una explicación basada en la teoría general de la relatividad (TGR) que plantea el Universo en expansión, que permite la formación de galaxias y el resto de las estructuras. La evidencia, novedosa en ese entonces, es que existen las galaxias, conglomerados de estrellas, que poco antes de Hubble, eran consideradas simplemente nebulosas, galaxias que forman cúmulos y que contienen estrellas, que a su vez gobiernan planetas. Todas estas, estructuras constituidas por las mismas partículas que se supone estuvieron en etapas cercanas a una Gran Explosión: el **Big Bang**.

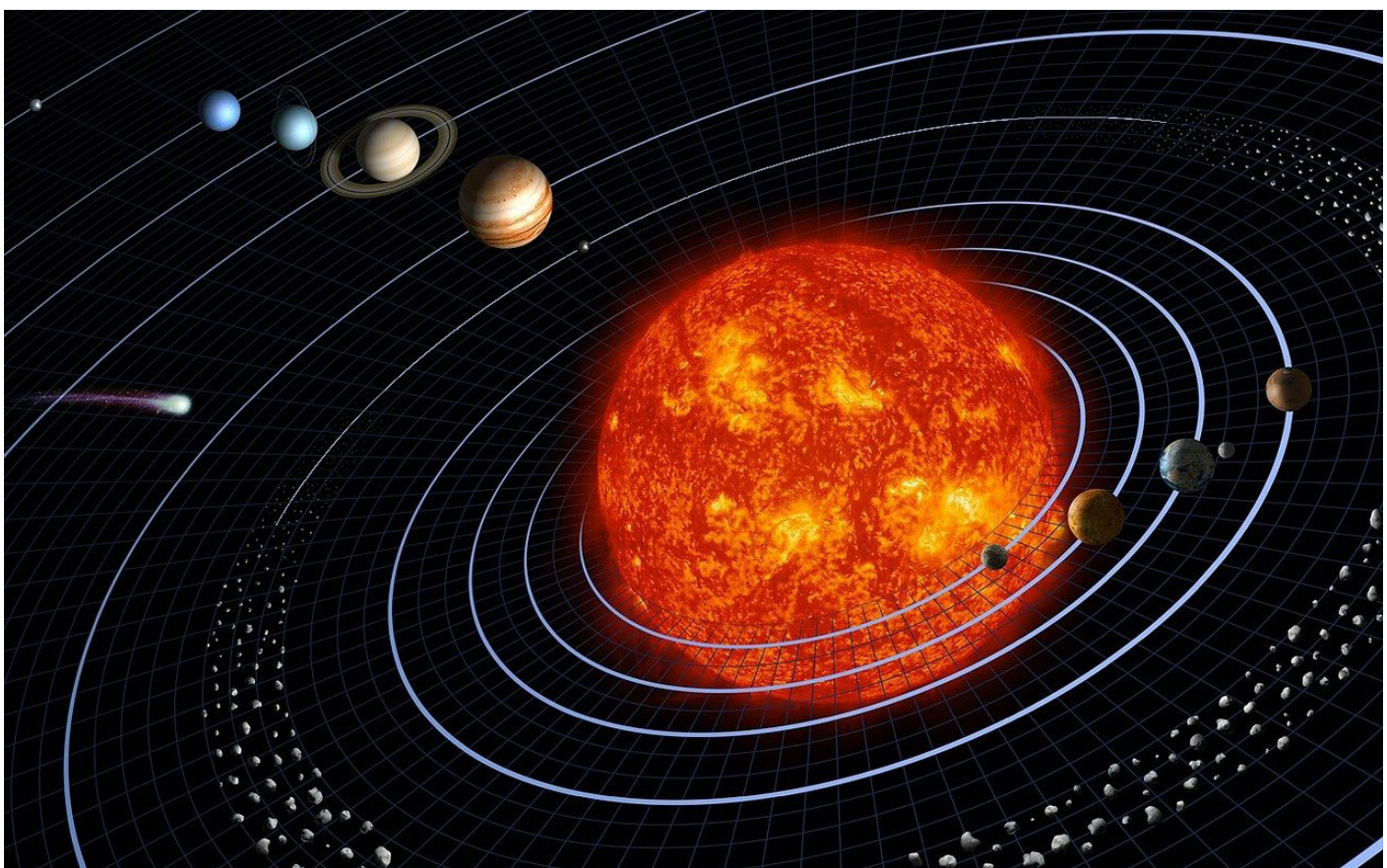


Imagen de Wikilimages en Pixabay



<https://pixabay.com/es/photos/espacio-niebla-gases-te%3%b1ir-3657/>

El Universo se expande debido a la Gran Explosión. Durante un lapso gobierna la dinámica de todo el gas existente, separando los átomos del gas; conforme se expande, la presión de ese gas primordial disminuye, las partículas del gas disminuyen su velocidad y, por tanto, la temperatura del gas disminuye también. El campo gravitacional ya no es tan intenso como al comienzo del tiempo, la presión del gas es muy menor y la velocidad del gas deja de ser alta. Es en ese momento cuando la atracción entre las partículas del gas puede dominar sobre la expansión cósmica, el gas comienza a formar colectivos de partículas de gas que se atraen y forman sobre densidades. Es así como se piensa que **se formaron las galaxias**, mediante el **ensamblaje de materia que se atrae**. El ensamblaje continúa mediante la atracción de galaxias y formará cúmulos de galaxias, y el de estos formará supercúmulos.

Es la observación de uno de estos cúmulos de galaxias lo que inició el problema. Fritz Zwicky a inicios de los años 1930, concentra sus observaciones en el **cúmulo de Coma**, interesado en el estudio de los movimientos de las galaxias que lo componen. La conclusión del estudio es que la velocidad de las galaxias era tan alta que, de ser estable el cú-

mulo, las galaxias tendrían la suficiente velocidad para escapar de la atracción gravitacional ejercida por las demás galaxias del grupo. Entonces, o el cúmulo era inestable o había mucha más masa de la que se le observaba. Fue entonces que surgió la idea de la **materia faltante, que con el tiempo se tornó en la llamada materia oscura**. Para ilustrar el argumento de Zwicky, definiremos qué es la **velocidad de escape**: es la velocidad que necesita un objeto para liberarse del campo gravitacional generado por otro dominante. En el caso de la Tierra, es la velocidad mínima necesaria para que un objeto, por ejemplo, una nave espacial, pueda escapar de la atracción gravitatoria de la Tierra, y tiene el valor de 40 284 km/h, unas treinta veces la velocidad del sonido. Cada planeta, cada estrella, cada galaxia y cada cúmulo de galaxias, tiene una velocidad de escape calculada con base en su masa y tamaño en cada caso.

Las observaciones continuaron. En los años 1970, Vera Rubin, Kent Ford y Norbert Thonnard, publicaron novedosas observaciones de las velocidades del gas en torno a varias galaxias, y el resultado fue que el hidrógeno gaseoso que gira en torno a cada una de estas galaxias, tiene velocidades suficientes para escapar, si el campo gravitacional

se debe a las estrellas y gas visible. Desde entonces, esta observación se ha confirmado en muestras cada vez mayores de galaxias. La historia tampoco termina ahí. Se conoce la presencia de la materia oscura por una predicción de la TGR: la de las lentes gravitacionales. Las ecuaciones de Einstein de la TGR, establecen una relación entre una fuente material y el campo gravitacional que produce, que en turno se traduce en un doblar del espacio-tiempo. Así, la Luna viaja alrededor de la Tierra debido al doblar del espacio-tiempo consecuencia de la presencia de la Tierra, mientras que los planetas en el sistema solar tienen trayectorias debido al doblar del espacio-tiempo que produce la presencia del Sol, y así sucesivamente a escalas galácticas y mayores.

La luz sufre un efecto similar y su trayectoria también se ve afectada por las propiedades geométricas del espacio-tiempo. Esta predicción fue confirmada en 1919, a tres años de publicada la TGR, en una expedición coordinada por Sir Arthur Eddington durante un eclipse solar en Sudáfrica. La idea es muy sencilla: se eligió una estrella que estuviera detrás del Sol durante el eclipse, y de ser correcta la predicción, la luz de dicha estrella sería deflectada

por la presencia del Sol y debía verse. Y así fue, un éxito más de la TGR.

Resulta que este efecto sirvió para explicar las imágenes que parecen resultar de efectos lenticulares en las imágenes del espacio profundo. Los cuásares son fuentes muy luminosas y lejanas, que emiten luz con tal potencia que se aprecian distintas imágenes alrededor de su posición con el mismo espectro de luz, como si fueran imágenes producidas por la presencia de lentes que distorsionan la trayectoria de la luz, de hecho, se llaman **lentes gravitacionales**. Pensando en sentido contrario a la explicación de la deflexión de la luz en el eclipse de 1919, en lugar de calcular la deflexión a partir de conocer la masa del Sol, se podría estimar la masa del Sol si se supiera cuánto se defleca la luz. Y así surge una aplicación, por la posición de las imágenes secundarias del cuásar es posible usar el efecto de la deflexión de la luz para estimar cómo debe estar doblado el espacio-tiempo, y de ahí conocer la masa de la fuente que distorsiona el espacio-tiempo para que produzca esas lentes gravitacionales. Es así como la deflexión de la luz de cuásares, permite estimar la cantidad de materia que hay en algunas regiones del espacio entre los cuásares y el



<https://pixabay.com/es/photos/galaxia-estrella-infinito-cosmos-3608029/>

punto de observación en la Tierra. Estas observaciones también confirman que la cantidad de materia luminosa de cúmulos galácticos no es suficiente para deflectar la luz de los cuásares y explicar el tamaño y constitución de las lentes gravitacionales. Una vez más, resulta necesaria la materia oscura.



La hipótesis

Si se supone que existe la materia oscura, responsable de la aceleración gravitatoria necesaria para explicar la estabilidad de los cúmulos de galaxias, del movimiento del gas alrededor de una gran cantidad de galaxias y de las lentes gravitacionales, entonces es importante determinar su naturaleza. **Este es el problema de la materia oscura.**

Propiedades que debe tener la materia oscura

Debe ser **transparente**, de lo contrario produciría sombras en los alrededores de las galaxias. Una de las primeras hipótesis fue que la materia oscura serían objetos poco visibles, como enanas café o incluso hoyos negros, objetos llamados MACHOS (acrónimo de *Massive Compact Halo Objects*); sin embargo, fue descartada por predecir una cantidad de sombras mayor a la observada. Las partículas de materia oscura han de ser **eléctricamente neutras**, de lo contrario interactuarían con la luz y la materia de una galaxia, lo que habría permitido descubrir su presencia, distribución y otros efectos visibles.

Candidatos con estas propiedades son los **neutrinos**. Son eléctricamente neutros, interactúan débilmente con el resto de las partículas y se han detectado experimentalmente. En 1956, fueron descubiertos por Clyde Cowan y Frederick Reines. Originalmente, se planteó que no debieran tener masa, pero en 1998, los experimentos Kamiokande concluyeron que sí podrían tener masa. En las reacciones nucleares del Sol se producen muchísimos, todo el tiempo pasan por aquí, y debido a su débil interacción con la materia ordinaria, incluidos los detectores de partículas, se detecta la presencia de solamente una ínfima fracción de ellos. Si las partículas de materia oscura constituyen un gas, cuyas partículas se atraen según la ley de gravitación universal, en caso de ser muy veloces, colapsan para formar estructuras grandes, mientras que de ser lentas, forman estructuras pequeñas. Para que las

galaxias tengan el tamaño que las caracteriza en general, la materia oscura debe ser **lenta**, un gas de partículas lentas es **frío**. La materia oscura ha de ser fría.

Candidatos

Los neutrinos son buenos candidatos, pero **no son lentos**. Las velocidades a las que viajan son cercanas a la de la luz, y al colapsar gravitacionalmente formarían estructuras más grandes que las galaxias. Descartados los MACHOS y los neutrinos como la materia oscura, continúa la búsqueda del Vulcano de nuestro tiempo, del sospechoso que podría explicar las observaciones. A la fecha no se conocen partículas que cumplan con las propiedades que deben tener los posibles candidatos, es decir, ser masivos, eléctricamente neutros, transparentes y que constituyan un gas frío.

El conjunto de partículas cuya existencia se conoce está concentrado en el **modelo estándar de partículas elementales**, el modelo **más avanzado de la Física subatómica**. Las partículas son seis tipos de quarks, tres leptones, el electrón, el muón y la partícula tau, y un neutrino asociado a cada uno de ellos; las partículas que permiten las interacciones, el gluón, el fotón y los bosones Z y W. Finalmente, el bosón de Higgs cierra con broche dorado la colección de partículas cuya existencia ha sido confirmada en los aceleradores de partículas.

Con esta colección de partículas se puede explicar la existencia de protones y neutrones, con ello los átomos, de ahí las interacciones en química, en biología y en el resto de sus derivados. La materia oscura no puede ser ninguna de estas partículas, de lo contrario se habrían detectado directamente por sus propiedades bien conocidas. Por tanto, un sitio para buscar candidatos está en los modelos que generalizan el modelo estándar de partículas elementales. Uno muy popular es el **modelo de supersimetría**, que propone la existencia de un conjunto de partículas supersimétricas con diversas propiedades, algunas de las cuales cumplen con las propiedades para ser la materia oscura y, por su débil interacción con las partículas conocidas, se le conoce como **partículas masivas débilmente interactuantes** (WIMPs, *Weakly Interacting Massive Particles*). Otro tipo de extensiones al modelo es-

tándar involucran la existencia de muchas dimensiones, como la teoría de cuerdas, y se construyen en un espacio de más de cuatro dimensiones. Estas teorías se reducen al modelo estándar y tienen un sector que plantea la existencia también de partículas exóticas que podría ser la materia oscura (ver Matos).

La materia oscura no es la única vía

Además de la búsqueda de candidatos a ser la materia oscura, se tiene la formulación del *problema inverso del modelo*, recuerden que el problema de la órbita de Mercurio no implicó la existencia de Vulcano, sino el impulso de una nueva teoría que logró explicar la observación y predecir efectos muy importantes. En lo referente a las observaciones que sugieren la existencia de materia oscura, la idea surgió a principios de 1980, cuando Mordehai Milgrom presentó la hipótesis de que las **leyes de Newton**, con todo y lo sólidas que son a escala humana y solar, **no son adecuadas para describir los fenómenos de un sistema con la débil gravedad de las galaxias**.

El fundamento es análogo al que justifica la construcción de la TGR, útil en escenarios en que el campo gravitacional es fuerte, las presiones y las velocidades de los gases enormes, es decir, en escenarios extremos cercanos al *Big Bang*, las estrellas de neutrones o los hoyos negros, condiciones totalmente opuestas a los escenarios con gravedad débil, presiones y velocidades del gas pequeñas, como ocurre en las galaxias y en los cúmulos de galaxias. Para escenarios en estas condiciones, Milgrom propuso que, si la Segunda Ley de Newton se modifica de manera correcta, sería posible explicar las observaciones del movimiento de gas en las galaxias, *sin la necesidad de suponer la presencia de materia oscura*. Esta idea, originada en el ámbito del estudio de la gravedad, en oposición a los WIMPS, cuyo origen se gesta dentro de los modelos de partículas elementales, ha dado origen a

innumerables estudios, propiciando la formulación de **teorías modificadas de la gravedad**, cuyo propósito es perfeccionar las leyes de Newton en objetos de gravedad débil.

Viendo hacia el futuro

El problema de la materia oscura ha fomentado la revolución científica en Física con dos flancos: la generalización del **modelo de partículas elementales** y la formulación de **teorías alternativas de la gravedad**. Ambos enfoques se encuentran sometidas al contraste con las observaciones. En el primer caso hay experimentos como LUX, ZEPLIN and XENONnT, cuyo propósito es detectar WIMPS. Por otra parte, las teorías alternativas de gravedad se ponen a prueba con observaciones dentro del sistema solar, en experimentos sin gravedad y con la observación precisa del movimiento de las sondas espaciales. Fritz Zwicky propuso la hipótesis de la materia faltante en 1933, hace casi cien años, y el enigma sigue vigente.

Para notar la complejidad e importancia del problema, mencionemos algunos descubrimientos y explicaciones importantes que han ocurrido desde entonces en escalas de tiempo similares. La construcción del **modelo estándar de partículas elementales** fue desarrollado a **inicios de 1970**, y sus componentes fueron uno a uno siendo detectados en los experimentos de aceleradores de partículas, tarea que culminó al confirmar la existencia del bosón de Higgs en 2012, después de 40 años de búsqueda. Las **ondas gravitacionales** fueron predichas en la **segunda década del siglo XX** y detectadas directamente casi cien años después, en 2015. Los hoyos negros, otra gran predicción de la TGR, fueron observados directamente en 2019 con el arreglo de telescopios *Event Horizon Telescope*, a poco más de 100 años de que Karl Schwarzschild resolviera las ecuaciones de Einstein, sin saber que propiciaba una gran predicción.

Epílogo

En cosmología hay otro enigma, el de la **energía oscura**, que no debe confundirse con la *materia oscura*. Por ello, este relato continuará...



Kuhn T.S. (2013). *Estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. <https://materiainvestigacion.files.wordpress.com/2016/05/kuhn1971.pdf>

Gamow G. (2009). *El nuevo breviario del Señor Tompkins*. Fondo de Cultura Económica. <https://www.perlego.com/book/1988738/el-nuevo-breviario-del-seor-tompkins-pdf>

Rodríguez L.F. (2012). *Un universo en expansión*. Fondo de Cultura Económica. <https://docplayer.es/17713937-Un-universo-en-expansion.html>

Matos T. (2004). *¿De qué está hecho el universo?: materia oscura y energía oscura*. Fondo de Cultura Económica.

ARTÍCULO

Arqueas metanogénicas: ¿Pueden causar enfermedades en la cavidad oral?

Rubén Abraham Domínguez-Pérez



Imagen de Tumisu en Pixabay

Rubén Abraham Domínguez-Pérez. Profesor-Investigador de Tiempo Completo. Titular del Laboratorio de Investigación Odontológica Multidisciplinaria (LIOM), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

rpdominguez1984@hotmail.com

La cavidad oral posee múltiples sitios anatómicos donde las características fisicoquímicas, como el pH, el oxígeno o la temperatura, influyen en el establecimiento de diversos microorganismos, dando lugar a una microbiota oral compleja que incluye bacterias, hongos y virus. Se considera que **la cavidad oral posee la segunda microbiota más compleja**, diversa y abundante del cuerpo humano, **solo superada por la microbiota del tracto intestinal**. La microbiota oral está conformada mayormente por microorganismos del dominio Bacteria. Sin embargo, en los últimos años se ha acumulado suficiente evidencia que nos permite decir que en la boca también existen especies del dominio Archaea.

Pero, ¿qué son las arqueas?

Las **arqueas** no son hongos, virus, ni protozoarios, tampoco son bacterias, pero son muy parecidas a ellas. Poseen características estructurales, fisiológicas y genéticas únicas. Se trata de **microorganismos unicelulares** carentes de núcleo y envueltos en una cubierta de diversos compuestos que les confieren **alta resistencia a los embates del medio ambiente**. Su alimentación también es muy especial, pues para vivir aprovechan compuestos inorgánicos como el hidrógeno, el dióxido de carbono e incluso el azufre.

Las primeras arqueas que **fueron identificadas** se obtuvieron de hábitats sumamente hostiles en donde se creía que no podía existir vida, por ejemplo, **en los manantiales termales, géiseres y chimeneas hidrotermales del fondo marino** en donde las arqueas termófilas o afines al calor, viven aún con elevadas temperaturas de alrededor de 400 °C o en lugares con altas concentraciones de sal, como en lagos salados en donde se pueden encontrar arqueas halófilas o afines a la sal. Debido a estas características se les ha dado el adjetivo de «**extremófilas**», ya que están adaptadas para

vivir en lugares donde las condiciones ambientales son extremas: altas o bajas temperaturas; elevadas concentraciones de sal o bajos pH, donde prácticamente sería imposible la supervivencia de cualquier otro ser vivo.

Por algún tiempo se creyó que las arqueas solo estaban presentes en estos ambientes extremos, sin embargo, otros miembros de este dominio **se encuentran en los animales rumiantes** como vacas, cabras u ovejas, y en algunos otros animales herbívoros como el caballo. Tiempo después se confirmó su presencia también en el tracto intestinal de los **seres humanos**.

Las especies de arqueas que están presentes en los rumiantes les permiten utilizar algunos compuestos de los vegetales que ingieren y que no podrían ser procesados sin su ayuda. El problema es que el proceso para la fermentación de estos compuestos genera gas metano, por lo que **las arqueas que habitan en los animales son conocidas como «metanógenas»**, de ahí la gran importancia ecológica que se les ha dado en los últimos tiempos, pues el metano es el segundo gas de efecto invernadero más importante, solo supe-





rado por el dióxido de carbono, contribuyendo en gran medida al calentamiento global.

Y entonces, ¿qué hacen las arqueas en el ser humano?

Como ya se mencionó, desde hace tiempo se sabe que los humanos poseemos arqueas metanogénicas como parte de nuestra microbiota intestinal, e incluso como parte de la microbiota de otros sitios, como en la boca. Se cree que en nuestro intestino **están implicadas en el procesamiento de algunos componentes de nuestros alimentos**, por eso también nuestros cuerpos liberan gas metano. Sin embargo, y más allá de esto, siempre ha existido la preocupación por saber si las arqueas pueden ser patógenas. Hasta el momento, **ninguna especie de arquea es reconocida como un agente causal de enfermedades**. Lo que sí es cierto, es que comparten algunas características con patógenos conocidos que pueden dar una idea del potencial que podrían tener para causar enfermedades. Tales características incluyen, por ejemplo, el tener un amplio acceso al huésped, tener capacidades para la colonización a largo plazo y para la coexistencia con otros miembros de la microbiota. Además, debido a su fisiología única, es posible que sean más que simples colonizadores secundarios en áreas infectadas, tal y como lo han propuesto algunos investigadores, y más bien están activamente involucradas en el proceso general de infección polimicrobiana.

Hasta ahora, el único hallazgo inmunológico que brinda evidencia de la posible importancia clínica de las arqueas metanogénicas, proviene de

un estudio que logró examinar las respuestas séricas de inmunoglobulina G (importante anticuerpo de respuesta inmune) a algunos componentes de la superficie externa de las arqueas, indicando que algunas moléculas de estas pueden ser antigénicas y actuar como modificadores o incluso iniciadores de procesos inflamatorios y, por lo tanto, iniciar o mantener una enfermedad.

Por el momento, y con tan poca evidencia, no se puede asegurar que las arqueas metanogénicas estén directamente implicadas en una respuesta inflamatoria. Sin embargo, existe una teoría que involucra a las arqueas en la patología de forma indirecta, desempeñando un papel como impulsoras metabólicas de bacterias patógenas al aumentar su actividad mediante modificaciones del microambiente del sitio que colonizan. Y es precisamente por diversos estudios que se han realizado en la microbiota oral, y debido a su marcada presencia en diversos sitios patológicos de la boca, que se piensa que juegan un papel en la enfermedad.

Entonces, ¿causan enfermedades o no?

En la boca se pueden presentar tres enfermedades que forman sitios, o mejor dicho, nichos nuevos, nichos que en condiciones de salud no existen, nichos patológicos que proveen diferentes condiciones ambientales para el establecimiento de distintos microorganismos. El primero es la **«cavidad cariosa»**, aquella que se forma inicialmente en la superficie de los dientes y que se va profundizando hacia la pulpa dental conforme avanza el problema. El segundo es el **«conducto**

radicular», este nicho se crea cuando la cavidad cariosa (el primer nicho) logra profundizarse tanto que llega hasta la pulpa dental, esta se infecta y el interior del diente deja de estar ocupado por ella y ahora es un espacio profundo ocupado por microorganismos. El tercero es la **«bolsa periodontal»**, la cual representa un espacio que se crea entre la superficie de un diente y la encía que lo rodea; cuando la encía se inflama y se «despega» en su adherencia al diente, crea ese espacio que da lugar a los microorganismos para vivir. Los tres nichos proveen una característica única y muy importante para la colonización de las arqueas metanogénicas, y es la poca o nula presencia de oxígeno en ellos, algo que en la boca sana es difícil de lograr, pues en casi todas partes hay oxígeno y **las arqueas metanogénicas son anaerobias estrictas**, es decir, no pueden vivir en presencia de oxígeno.

En el primero de los nichos se ha buscado poco a las arqueas, principalmente desestimando su presencia debido a que mientras la cavidad no sea muy profunda, la presencia de oxígeno prevalece y, por lo tanto, la presencia de arqueas se

vuelve improbable; sin embargo, sí existen reportes de presencia de arqueas en estas cavidades, sin que se sepa realmente qué función tienen ahí.

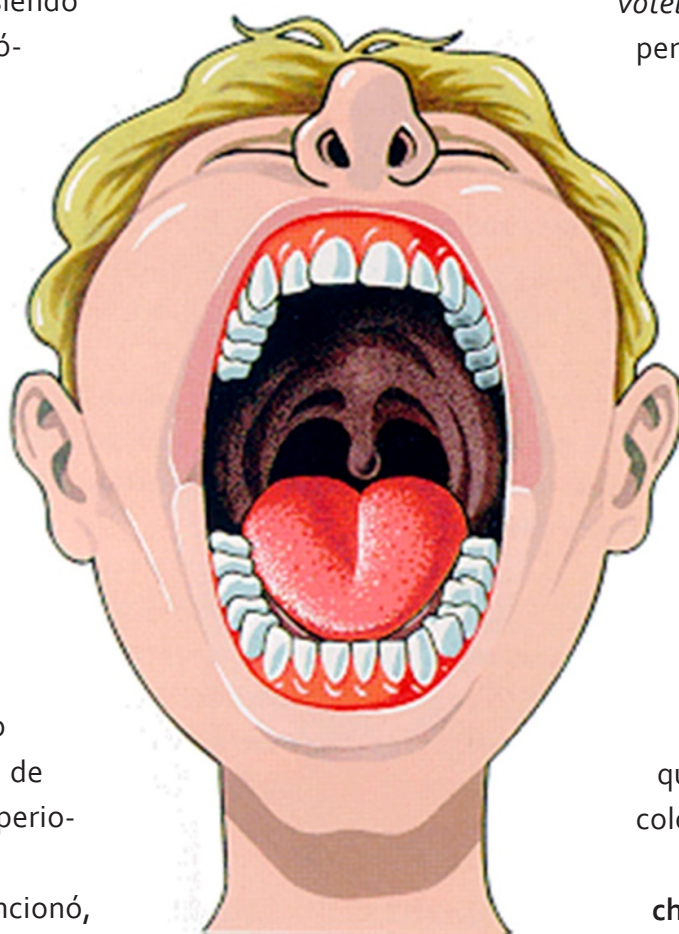
El segundo de los nichos, que es una extensión del primero, ha sido más estudiado y en este caso la presencia común de arqueas es aún controvertida, ya que diversos autores las reportan con mucha frecuencia, mientras que otros no. Por el momento se cree que cuando están presentes en este nicho, lo hacen como microorganismos secundarios u oportunistas y no están implicadas directamente en el desarrollo de las enfermedades endodónticas (dentro del diente), pero sí pueden contribuir en mantenerlas e incluso agravarlas.

Por otro lado, en el tercer nicho, las bolsas periodontales que se forman cuando se padece enfermedad periodontal (de las encías), es en donde las arqueas forman parte común de la microbiota que ahí coloniza, incluso esta constancia ha contribuido en apoyar la hipótesis que considera que las arqueas juegan un papel, aunque sea indirecto, en algunas patologías infecciosas. Tres situaciones principales han dado sustento a esta hipótesis: 1.- Existen numerosos reportes de arqueas en



bolsas periodontales, siendo las bolsas nichos patológicos que no existen en una boca sana; 2.- Se ha comprobado que una mayor cantidad de arqueas en estas bolsas está asociado a una mayor gravedad de la enfermedad periodontal; y 3.- Se ha demostrado que la cantidad de arqueas en estos sitios disminuye o incluso desaparecen después de realizar un tratamiento periodontal.

Como ya se mencionó, hasta ahora no se sabe si las arqueas son capaces de causar daño directo en esos tejidos, pero se considera que al menos juegan un papel importante en proveer el medio adecuado para el desarrollo de bacterias patógenas que sí causan daño en esos nichos. Una propuesta concreta de esto es, por ejemplo, que se ha encontrado una correlación positiva entre la abundancia de arqueas metanogénicas y la abundancia de *Prevotella*



Prevotella intermedia en las bolsas periodontales. Esta bacteria es conocida por ser muy virulenta, pero además por producir y liberar grandes cantidades de hidrógeno, tanto que las mismas bacterias terminan muriendo por su saturación en el medio. Aquí es donde las arqueas juegan su papel, pues ellas son grandes consumidoras de hidrógeno, «limpiando» el nicho de este elemento y permitiendo que *Prevotella intermedia* siga colonizando y causando daño.

En realidad hace **falta mucha investigación** que ayude a comprender el **rol completo de las arqueas en el ser humano** y, sobre todo, saber si son capaces de causar enfermedad y de qué forma. Mientras tanto, con la información actual, lo más prudente es mantenerlas lejos, limitar sus posibilidades de colonización en nuestras bocas y eso se puede lograr en gran medida al no permitirnos tener ninguno de los nichos patológicos en donde se ha mostrado su presencia. **Hay que evitar la caries y las enfermedades de las encías.**



Belmok A., De Cena J.A., Kyaw C.M. y Damé-Teixeira N. (2020). The oral archaeome: a scoping review. *Journal of Dental Research*, 99(6), 630-643. <https://doi.org/10.1177/0022034520910435>

Garzón Pinto N. (2017). *Filogenia de los seres vivos: Dominio Archaea*, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/66487/Garz%C3%B3n%20Pinto%2C%20Nuria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serrano-Coll H.A., Sánchez-Jiménez M. y Cardona-Castro N. (2015). Conocimiento de la microbiota de la cavidad oral a través de la metagenómica. *CES Odontología*, 28(2), 112-118. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X201500020009

Serrano-Coll H.A., Sánchez-Jiménez M. y Cardona-Castro N. (2015). Conocimiento de la microbiota de la cavidad oral a través de la metagenómica. *CES Odontología*, 28(2), 112-118. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X201500020009

ARTÍCULO

Dieta libre de gluten, ¿necesidad o moda?

Beatriz Ibarra-Mendoza y Beatriz Yáñez-Rivera



Imagen de PublicDomainImages en Pixabay

Beatriz Ibarra-Mendoza. Doctora en Ciencias del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD), en la Coordinación Regional de Mazatlán, Sinaloa. Laboratorio de Ecotoxicología.

bibarra.219@estudiantes.ciad.mx

Beatriz Yáñez-Rivera. Investigadora por México del CONACYT, comisionada al CIAD, A.C. Laboratorio de Ecotoxicología.

beyariv@ola.icmyl.unam.mx

Cuestión de mercado

La industria alimenticia especializada es un gran negocio y existen alternativas para todos los gustos y necesidades. Entre todas las opciones, la fabricación de productos libres de gluten representa una derrama económica de más de quince mil millones de dólares anuales (estimación en Estados Unidos para 2016). **La preferencia de una dieta libre de gluten se ha convertido en una gran estrategia de venta**, de hecho, esta leyenda puede encontrarse en productos donde la posibilidad de encontrar residuos de gluten es nula, como el agua.

El gluten es el **componente predominante del trigo** (hasta en un 85 %), pero también puede encontrarse en otros granos como **el centeno, cebada e incluso la avena**. Es el responsable de la consistencia del pan y se compone de dos clases de proteínas: la gliadina y la glutenina. La cantidad y proporción en las que se encuentran estas proteínas en las variedades de los granos, son fundamentales para determinar las propiedades de la harina, por lo que en la industria panadera se dedican grandes esfuerzos y recursos para entender las interacciones y la estructura del gluten, con la finalidad de obtener características específicas de las proteínas del gluten para la elaboración de harinas panificadoras, galleteras o para pastas.

El incremento de productos con la leyenda «libre de gluten» o «*gluten free*» en los últimos 30 años, es notorio. Básicamente se ha desarrollado toda una industria para manufacturar productos libres de gluten provenientes de cereales como arroz y maíz.

¿Por qué la comercialización de productos libres de gluten?

Desafortunadamente, para 90 millones de personas (1.4 % de la población mundial) la dieta

libre de gluten es una exigencia permanente, ya que padecen **enfermedad celíaca**. Cuando estas personas consumen gluten se originan respuestas inmunológicas anormales en el tejido epitelial y en la mucosa del intestino delgado. A nivel sistémico, se presentan cuadros gastrointestinales y mala absorción de nutrientes que, eventualmente, conllevan a una deficiencia nutricional, anemia, osteoporosis, pérdida de peso y afectaciones neurológicas.

Los desencadenantes de **la enfermedad celíaca incluyen tanto factores genéticos como ambientales, en combinación con el consumo del gluten** (Figura 1A-C). Se ha estimado que el 30-40 % de la población presenta predisposición genética (alelos HLA-DQ2, HLA-DQ8); sin embargo, únicamente el 3.5-4.5 % de quienes expresan los alelos de riesgo, desarrollan la enfermedad. Por lo tanto, se considera que el estímulo por componentes ambientales tiene un papel definitivo en el origen de la enfermedad. Se ha propuesto que la modificación de las proteínas de los alimentos por plaguicidas y otros compuestos, así como la producción de anticuerpos de reacción cruzada, podrían ser detonantes de la autoinmunidad.

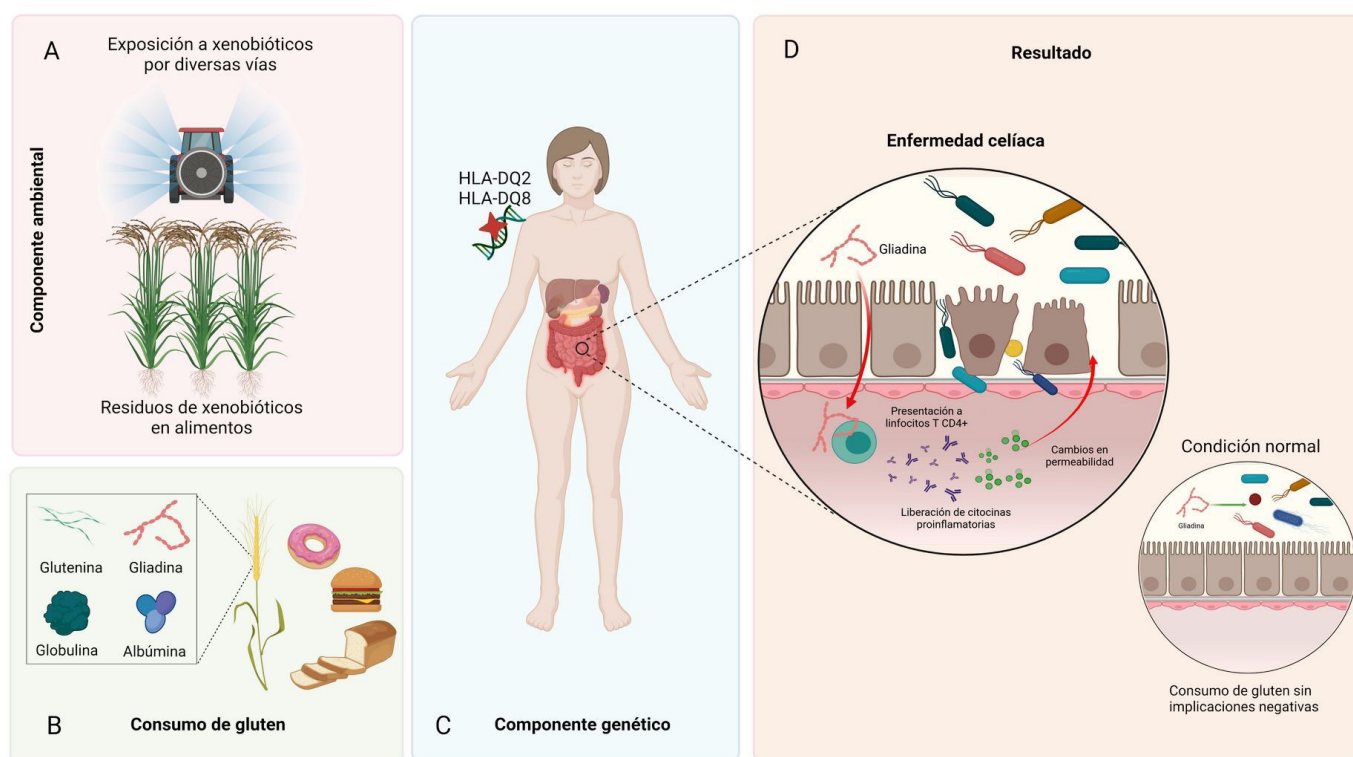
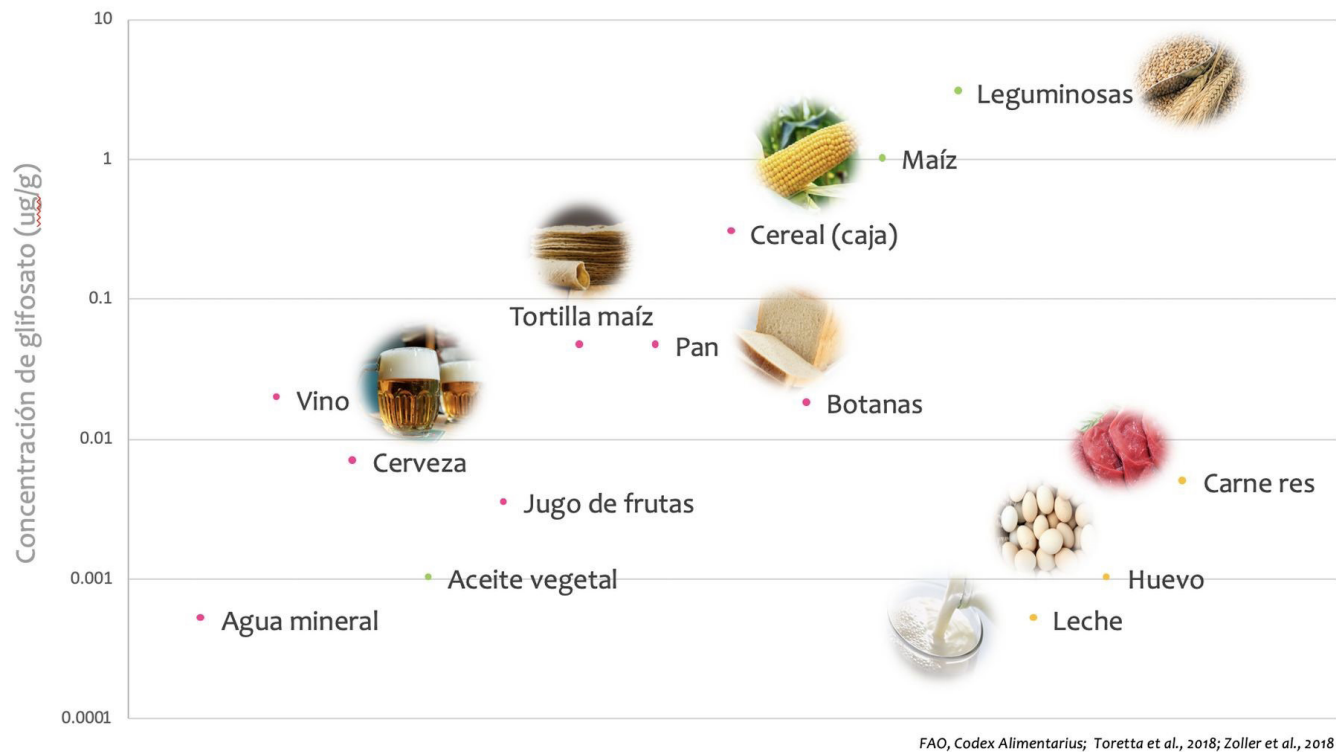


Figura 1. Factores en el desarrollo de la enfermedad celíaca. A) Componente ambiental, B) consumo de gluten, C) componente genético, D) en individuos con predisposición genética, los residuos de xenobióticos en alimentos pueden inducir la activación de la gliadina al consumir gluten, ocasionando la liberación de citocinas, cambios de la permeabilidad intestinal y cuadros de inflamación. Creado con Biorender.



FAO, Codex Alimentarius; Toretta et al., 2018; Zoller et al., 2018

Figura 2. Residuos de glifosato en alimentos.

Lo que ocurre a detalle, es una **cadena de reacciones a partir de la acumulación de gliadina**, una de las proteínas del gluten (Figura 1D). Esta acumulación se relaciona con una degradación limitada de las endopeptidasas intestinales (enzimas que comienzan la degradación, dividiendo la proteína en dos). Posteriormente, el incremento en la permeabilidad del intestino delgado permite que estos residuos de gliadina pasen desde la barrera epitelial hacia una región de la mucosa. Ya en la mucosa intestinal, estos residuos son activados en una forma inmunogénica por una enzima: la **transglutaminasa**. La versión activada de la gliadina es reconocida por los linfocitos T CD4+ que, a su vez, liberan pequeñas proteínas, conocidas como citocinas inflamatorias, las cuales producen un crecimiento anormal de las células en las vellosidades del intestino. Y, a su vez, se activan los linfocitos B que, finalmente, **producen anticuerpos** en las personas con predisposición genética.

Agentes toxicológicos: El glifosato como posible detonante

Recientemente, se ha planteado la hipótesis que indica que la **exposición en nuestra dieta al glifosato**, un herbicida ampliamente utilizado en todo el mundo desde 1974, pudiera asociarse con

las condiciones **relacionadas a la intolerancia al gluten**. La asociación se debe a la aparente relación entre el incremento del uso de esta sustancia y la incidencia de estas enfermedades en la población, que se estima en un 7.5 % anual en las últimas décadas.

Además, se han encontrado residuos de glifosato en múltiples alimentos (Figura 2), donde destacan los que contienen gluten como el trigo duro, trigo, salvado, harina de trigo, así como en productos procesados como pan y cereal de caja. La cantidad en la que se encuentran estos residuos es baja (<5 µg/g). Para la población mexicana, la exposición crónica por la dieta podría ser una realidad, ya que se han detectado residuos de glifosato en alimentos de alto consumo, como las tortillas de harina de maíz (0.045 µg/g) y el agua embotellada (0.35 µg/L).

Un escenario complejo

La realidad es que **en las enfermedades autoinmunes intervienen múltiples** factores que interactúan entre sí. Particularmente, en la enfermedad celíaca, intervienen cambios en la permeabilidad intestinal, en la pérdida de la homeostasis en la microbiota y alteraciones inmunológicas específicas, además del contexto genético y ambien-

tal de cada individuo. En este sentido, diversos estudios han propuesto mecanismos que exploran por separado la posible conexión entre los efectos asociados a la exposición del glifosato como detonantes de esta afección crónica.

Disbiosis intestinal

El mecanismo de acción del glifosato inhibe la síntesis de un precursor de aminoácidos aromáticos: **el corismato**; mediante el bloqueo de la enzima 5-enolpiruvil shikimato 3-fosfato sintetasa (EPSPS). Esta ruta se expresa en plantas, hongos y bacterias, organismos donde se han caracterizado dos variantes de la EPSPS: la clase I (susceptible) y la clase II (resistente). Los organismos expuestos a glifosato que contienen la clase susceptible de la enzima, se ven totalmente afectados y mueren. En bacterias intestinales se ha encontrado que algunos géneros bacterianos, relacionados con el mantenimiento de la integridad de la barrera epitelial, disminuyen por la exposición a glifosato. Estos géneros, *Butyricoccus* y *Lactobacillus*, también intervienen en la salud gastrointestinal de los hospederos mediante la modulación de respuestas inflamatorias.

En pacientes con enfermedad celíaca, el análisis de muestras de heces fecales y de mucosa intestinal, ha evidenciado cambios en los géneros *Bacteroides*, *Clostridium*, *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, así como en la abundancia de *Escherichia coli*, de hecho, se ha propuesto que el incremento de los géneros *Prevotella* y *Actinomyces*, es un factor de riesgo potencial para el desarrollo de la en-

fermedad. Sin embargo, no se ha logrado establecer un perfil de disbiosis asociado a la patología, debido a factores como la variabilidad individual y diferencias metodológicas en los análisis, por lo tanto, aún existe **controversia respecto a la disbiosis intestinal como causa o consecuencia de la enfermedad celíaca**.

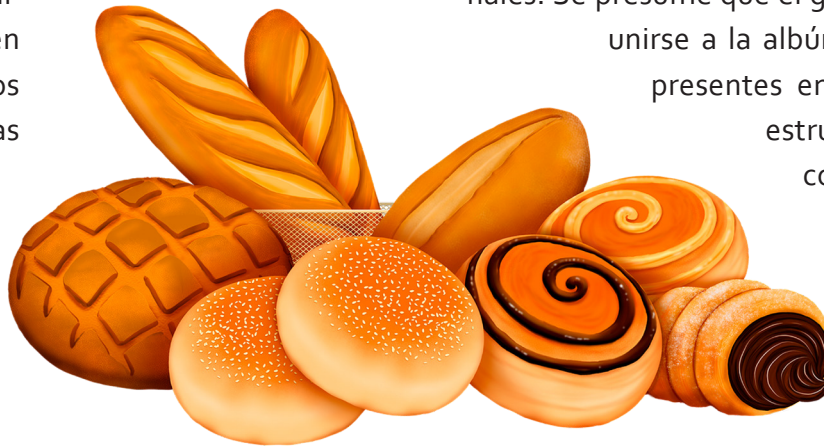
Permeabilidad intestinal

La activación de la **respuesta inmunológica o la tolerancia** ante moléculas que se transportan en el intestino, **dependen de la permeabilidad intestinal**. La permeabilidad está regulada por la secreción de zonulina, una proteína que normalmente limita el transporte de macromoléculas y permite la absorción de nutrientes hacia el torrente sanguíneo. Se ha descrito que los niveles de zonulina responden al crecimiento anormal de bacterias en el intestino, permitiendo al hospedero la activación de la respuesta inmunológica innata. Sin embargo, aún no se ha evaluado el posible efecto del glifosato en la modulación de la permeabilidad intestinal, mediado por cambios indirectos en el perfil bacteriano.

Por otro lado, en cultivos celulares de colon, se encontró que el glifosato puede alterar las propiedades de la barrera celular por acción en las proteínas de unión estrecha (proteínas TJ). Sin embargo, las células utilizadas en esta investigación presentan características diferentes a las células del intestino delgado, lo que podría resultar en variaciones en las respuestas. Además, la concentración umbral a partir de la cual se encuentra



una relación dosis y tiempo dependiente, es muy alta (10 mg/mL). Para entender cómo la exposición de glifosato podría afectar la permeabilidad intestinal, hacen falta más estudios considerando todas las posibles interacciones entre el hospedero, el tejido epitelial del intestino, la respuesta inmunológica y la toxicocinética del compuesto.



incorporación en proteínas, ser capaz de producir nuevos antígenos, además de ejercer un mayor efecto si la sustitución ocurre en glicinas N-terminales. Se presume que el glifosato puede además unirse a la albúmina y otras proteínas presentes en tejidos, alterando su estructura secundaria, tal como ocurre con otros contaminantes como el clorpirifos, cipermetrina y metilparatión. No obstante, actualmente no existen evidencias experimentales que sustenten este mecanismo, por lo que **se requiere investigación para esclarecer la conexión entre la exposición dietaria al glifosato y las alteraciones inmunológicas.**

Alteraciones del sistema inmunológico

El balance entre los componentes de la inmunidad y la tolerancia, permite al organismo absorber los nutrientes esenciales de los alimentos y diferenciar tanto patógenos como sustancias no deseadas para combatirlos. Ciertos péptidos (unión de varios aminoácidos) ingeridos en la dieta, pueden ocasionar la pérdida de este equilibrio y desencadenar reacciones de una enfermedad autoinmune. Esto se debe a la similitud de ciertos compuestos, lo que se conoce como **mimetismo molecular**.

Por ejemplo, proteínas ricas en glicina contenidas en los alimentos, pueden interactuar con otras proteínas como el colágeno, la actina y la queratina, desencadenando una respuesta inmunológica. Se ha hipotetizado que, por su composición química, el glifosato vía alimentaria puede actuar como análogo de la glicina y, mediante su

Las evidencias aisladas podrían sugerir que la exposición al glifosato sea un posible factor en el desarrollo de la enfermedad celíaca, pero no hay evidencia científica que establezca un vínculo que demuestre el mecanismo directo del glifosato como agente causal (modelos *in vivo*), por lo que se requieren más estudios al respecto.

Es importante destacar que el diagnóstico de la enfermedad celíaca requiere una evaluación médica compleja. Así que, si tú puedes disfrutar del consumo del pan, aprovecha las ventajas que han dejado más de catorce mil años de tradición. Existen evidencias arqueológicas que demuestran que el pan forma parte de nuestra dieta mucho antes de que comenzará la actividad agrícola. Y ni mención de todas las variedades que puedes encontrar, se estima que con nombres específicos.



De la Calle I., Ros G., Peñalver R. y Nieto G. (2020). Enfermedad celíaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5), 1043-1051. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v37n5/0212-1611-nh-37-5-1043.pdf>

Remes-Troche J.M., Uscanga-Domínguez L.F., Aceves-Tavares R.G., Calderón de la Barca A.M., Carmona-Sánchez R.I., Cerda-Contreras E., ... Rubio-Tapia A. (2018). Guía clínica para diagnóstico y tratamiento de la enfermedad celíaca

en México. *Revista de Gastroenterología de México*, 83(4), 434-450. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2018.05.005>

Zoller O., Rhyh P., Rupp H., Zarn J.A. y Geiser C. (2018). Glyphosate residues in Swiss market foods: monitoring and risk evaluation. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 11(2), 83-91. <https://doi.org/10.1080/19393210.2017.1419509>

ARTÍCULO DE PORTADA

Los ingenieros del suelo

Silvia Margarita Carrillo-Saucedo y Yunuen Tapia-Torres







Debajo de tus pies, en el suelo, habitan millones de **organismos** que se relacionan unos con otros **formando un hábitat altamente coordinado**. Entre ellos encontramos bacterias, hongos, protozoarios, nemátodos, lombrices y un largo etcétera. Un grupo muy importante son los **hongos micorrízicos arbusculares**, a los cuales llamaremos **ingenieros del suelo**. Estos organismos —apenas del tamaño de un granito de sal— son muy necesarios para las plantas porque les proveen de comida nutritiva. Además, como buenos ingenieros, construyen casitas para las bacterias, protozoarios y virus, a través de la unión de las partículas de suelo. Pero, ¿cómo logran estas funciones? Sigue leyendo para descubrirlo.

¿Quiénes son estos ingenieros?

Los hongos micorrízicos arbusculares —que a partir de este momento les llamaremos HMA—,

son microorganismos que **pertenecen al reino Fungi**, es decir, a los hongos. Viven generalmente en los primeros 30 centímetros de suelo, pero algunos son tan valientes que pueden llegar a vivir hasta 1 o 2 metros de profundidad. Su cuerpo tiene forma de bolita, algunas veces puede parecer un círculo perfecto, otras una elipse o tener forma de clavo. Esta bolita llamada espora **mide entre 0.01 a 2 milímetros**, presenta diversas coloraciones y algunas están adornadas con distintos decorados.

A partir de la espora, los HMA lanzan unos hilos muy delgados y pegajosos llamados hifas, que se extienden algunos metros en el suelo. Estos hilos son tan fuertes que se abren paso entre las partículas del suelo, y como son tan delgados, pueden entrar por cualquier huequito, formando una extensa red como si fuera una telaraña.

¿Cómo viven?

Los HMA para poder vivir deben establecer un pacto de ayuda mutua con las plantas, ya que si no lo hacen no sobreviven. A este pacto se le llama simbiosis, y para que se lleve a cabo, es necesario que ocurran una serie de pasos:

- La espora lanza una hifa buscando una raíz hacia la planta más cercana (Figura 1a), pero esto no es tan simple. Para que ocurra, la espora debe contar con las condiciones ambientales ideales (temperatura, pH, humedad). Por otra parte, el hongo capta las señales químicas que lanza la planta, conocidas como **exudados radicales**, los cuales son compuestos ricos en carbohidratos.
- Una vez que la espora del HMA y la raíz de la planta se encuentran, se establece un diálogo, mediante un lenguaje compuesto de sustancias químicas. Las plantas, además de los exudados, mandan **compuestos químicos llamados estrigolactonas** que los hongos perciben como una señal de alimento y, a su vez, los hongos responden lanzando el Factor *Myc*, que también es un compuesto químico que impulsa a la planta a seguir lanzando estrigolactonas. De esta manera las hifas de los hongos encuentran la raíz.
- Si la planta y el hongo logran establecer el diálogo químico, la planta le permite al hongo entrar a sus raíces, a este proceso se le llama **colonización**. En este paso podemos decir que la simbiosis se ha llevado a cabo.
- Durante la colonización, el HMA forma estructuras dentro de la raíz de la planta que permiten que la relación sea más duradera, estas estructuras se llaman **arbusculos** (Figura 1c) y permiten el intercambio de nutrientes entre la planta y el HMA.

- Además de arbusculos, también se forman las **vesículas** (Figura 1b), que son bolitas llenas de aceites que en tiempos de escasez de alimento le sirven al hongo como reserva.
- Una vez que la colonización se ha llevado a cabo y se han establecido los acuerdos necesarios entre los dos organismos, **las hifas comienzan a crecer varios metros** afuera de la raíz explorando el suelo (Figura 2).
- Dentro de los términos del pacto, **la planta alimenta al HMA con carbono** producto de la fotosíntesis, mientras que el **HMA le da a la planta el fósforo** que obtiene del suelo. El HMA usa el carbono para crecer y formar hifas, en tanto que la planta usa el fósforo para formar ATP (adenosín trifosfato), la biomolécula de la energía. Además de fósforo, se ha observado que los HMA también transportan agua y

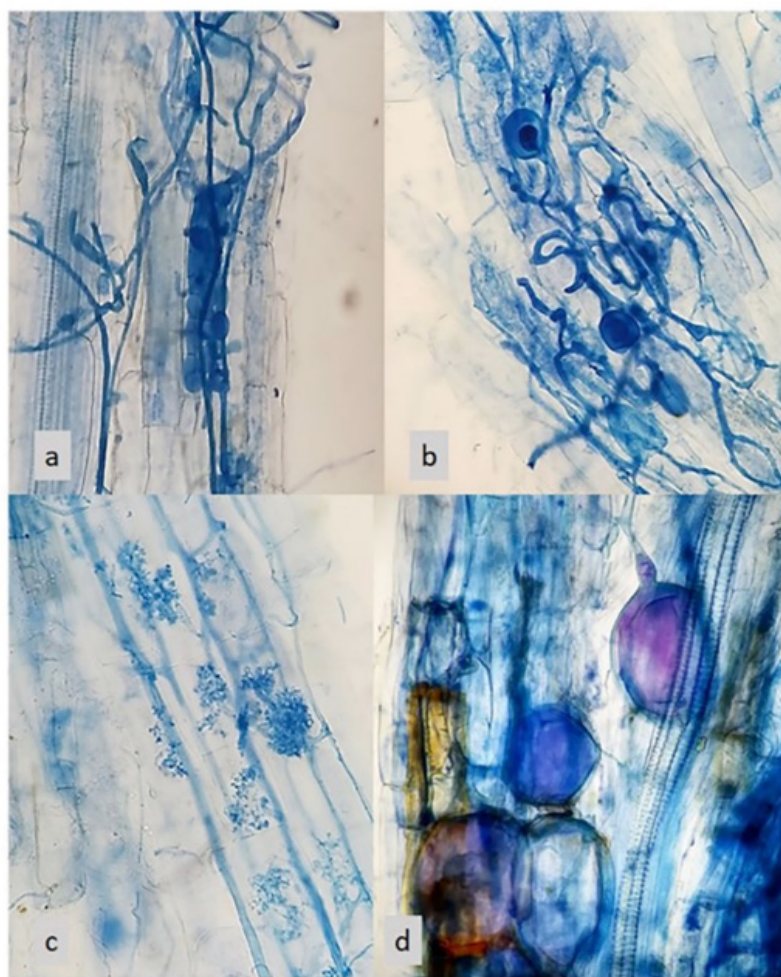


Figura 1. Raíz colonizada por hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Los HMA están teñidos con un colorante especial llamado azul de tripano. Se observan distintas estructuras de los HMA: hifas (a), vesículas (b), arbusculos (c) y esporas (d). La fotografía fue tomada en un microscopio compuesto a 40x. Fotografías: Margarita Carrillo.



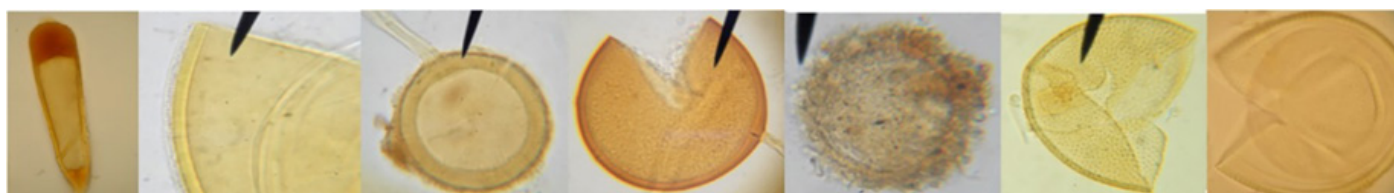
Figura 2. El hábitat de los hongos micorrízicos arbusculares. En el círculo vemos un acercamiento a las raíces de las plantas y a los microbios que viven dentro de ella. Los puntos de colores corresponden a nuestros ingenieros del suelo y los hilitos blancos que salen de estos puntos, son las hifas o micelio. Ilustración: Sarahí Alfaro-Guzmán.

otros micronutrientes como magnesio, calcio y zinc, proporcionando estos a las plantas.

En términos generales, **los HMA son organismos benéficos para las plantas.** En algunos casos, y bajo ciertas condiciones ambientales, hay HMA bien listillos que hacen como que hablan el mismo idioma y se aprovechan de las plantas y comen y comen el carbono que ellas les proporcionan, pero no le dan nada a cambio a la planta. ¡Ah! Pero también hay plantas bien canijas, que comen y comen fósforo, pero matan de hambre a

los pobres HMA. Ya ven, ¡cómo son las relaciones de complicadas!

Aquí cabe mencionar que, a pesar de estos inconvenientes, **el 80 % de las plantas terrestres establecen esta simbiosis,** les conviene, ya que el fósforo es un nutriente muy escaso en el suelo y de difícil acceso. Las raíces de las plantas, aunque son buenas para capturar el agua y los nutrientes, son demasiado gruesas para llegar a donde está el fósforo y ahí es donde los HMA cumplen su parte del pacto (Figura 2).



Diferentes formas de esa bolita llamada espora. Fotografías: Margarita Carrillo.

Silvia Margarita Carrillo Saucedo, es bióloga que estudia el mundo microbiano que vive bajo nuestros pies. Le gusta imaginar e investigar cómo se desarrollan esos pequeños seres en un ambiente tan complejo como el suelo. Para eso utiliza diversas herramientas como el diseño de experimentos, la microscopía y los ensayos bioquímicos. Otra de sus pasiones es la difusión de la ciencia a través del arte. En esta línea le interesa darle un sentido público a su quehacer científico a través del diseño de instrumentos sensibles que conecten el mundo del suelo con el mundo humano. Es Investigadora Posdoctoral CONACyT, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Laboratorio de Microbiómica, Universidad Nacional Autónoma de México.

smcarrillo@enesmorelia.unam.mx



Yunuen Tapia-Torres es ingeniera Bioquímica (ITM), Maestra y Doctora en Ciencias Biológicas por la UNAM. Es una científica que ama la complejidad del mundo bacteriano edáfico. Su investigación en la ENES unidad Morelia, UNAM se centra en



comprender la importancia de las bacterias en la transformación de moléculas que contienen carbono, nitrógeno y fósforo en el suelo. Ha publicado 15 artículos científicos en revistas indizadas, cinco capítulos de libro y cinco artículos de divulgación. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Trabaja para fortalecer la investigación en el área de la biogeoquímica de suelos en México, y así garantizar suelos fértiles para el futuro. Profesor Ordinario de Carrea Asociado C de TC, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Laboratorio de Microbiómica, Universidad Nacional Autónoma de México.

ytapia@enesmorelia.unam.mx

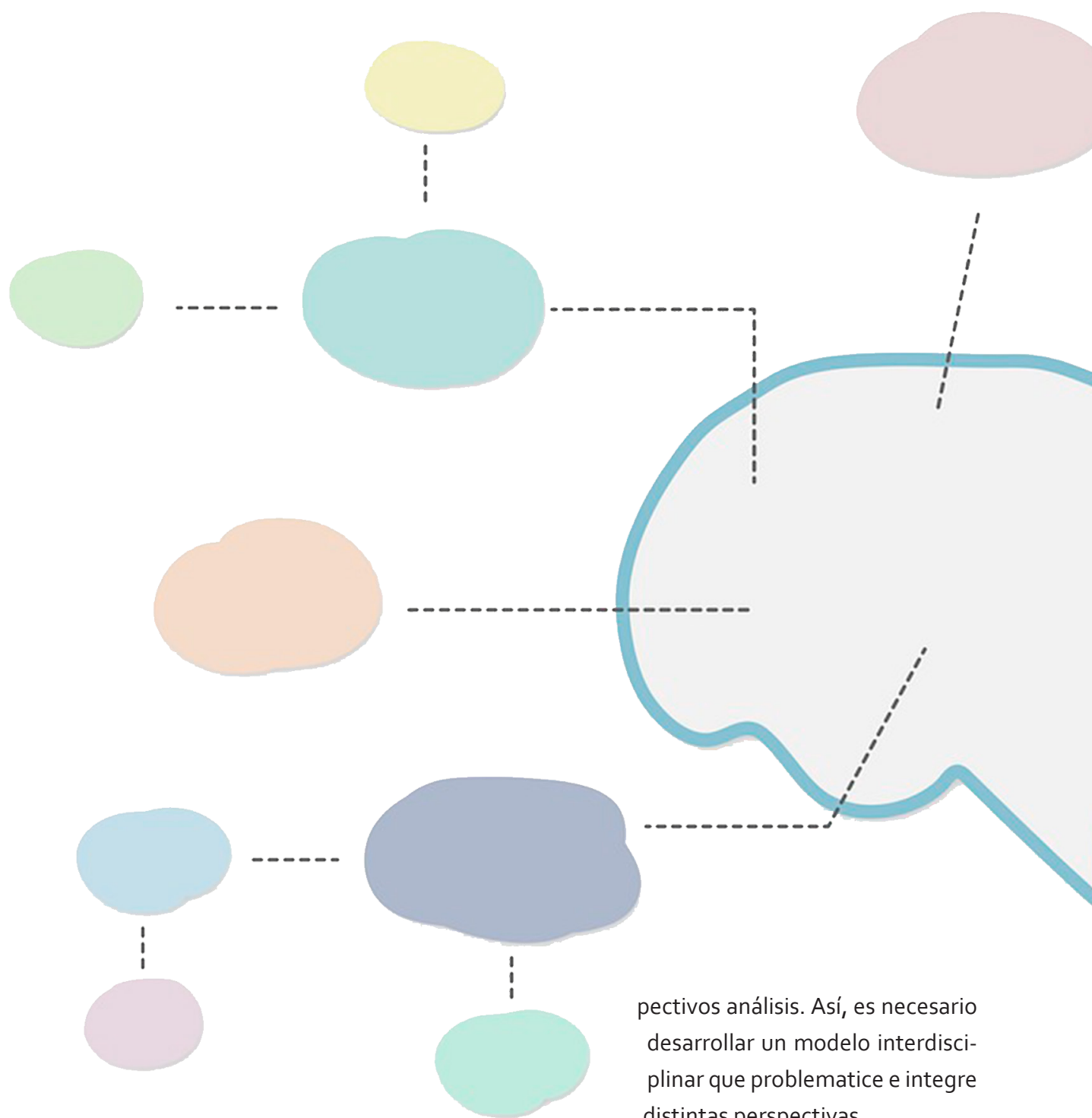


Camarena-Gutiérrez G. (2012). Interacción planta-hongos micorrízicos arbusculares. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(3), 409-421. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v18n3/v18n3a12.pdf>

Camargo-Ricalde S., Montañó N., De la Rosa C. y Montañó S. (2012). Micorrizas: Una gran unión debajo del

suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7), 3-19. <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/art72.pdf>

Gómez L.I.A., Portugal V.O., Arriaga M.R. y Alonso R.C. (2007). Micorrizas arbusculares. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 14(3), 300-306. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>



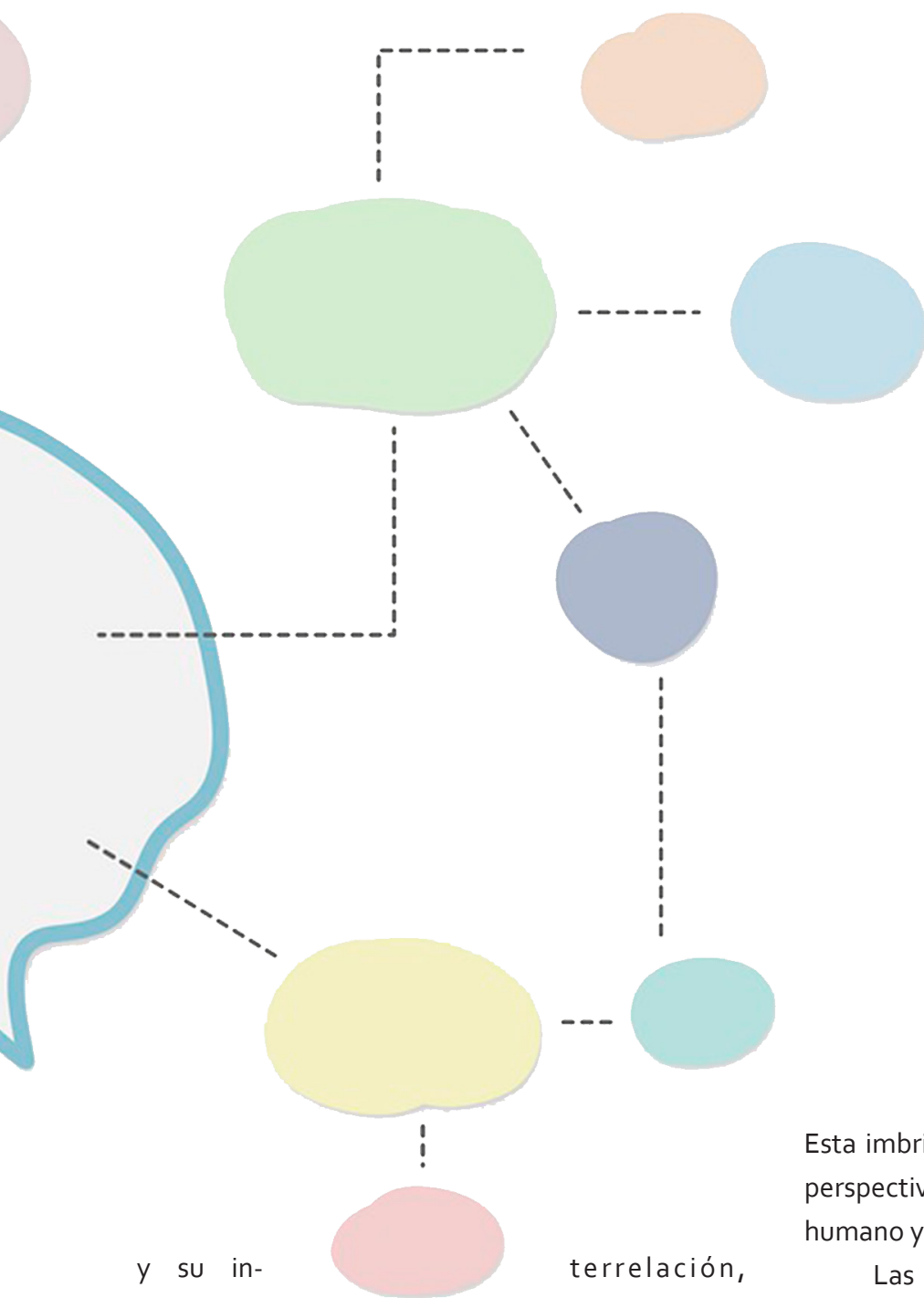
Construir sentido y entender modelos cognitivos en tiempos transmediales

En forma tradicional, la semiosis (construcción de significado) es el objeto de estudio de la semiótica, definida como el estudio de los signos. La semiosis es un proceso que explica, hasta cierto grado, la manera en que el ser humano adquiere y comunica conocimiento en forma de signos dentro de una cultura. En años recientes ha sido frecuente que diferentes áreas, antes disímiles, se apoyen en un marco semiótico con el fin de dar un panorama más amplio y sólido a sus res-

pectivos análisis. Así, es necesario desarrollar un modelo interdisciplinar que problematice e integre distintas perspectivas.

La semiótica puede contribuir con la intención de referir y reflexionar sobre las particularidades semióticas de algunos procesos cognitivos. En este sentido, la semiosis debe extender su campo de acción y situarse desde el inicio de ciertos procesos mentales (percepción) hasta la materialización de la gran variedad de fenómenos culturales (modelos cognitivos). Por consiguiente, los distintos textos de divulgación aquí reunidos en torno al tema, se insertan en ese complejo camino.

Para ello es necesario precisar ciertas nociones: semiosis, modelo cognitivo, redes culturales



y su in-
así como
transmedia.

La perspectiva teórica que adoptaremos para establecer relaciones entre redes culturales y diversos tipos de textos, estará mediada por el concepto de modelo cognitivo, resultado material del análisis de dichos textos. Esta noción, a diferencia de la de texto (considerado como una unidad comunicacional cerrada en sí misma y por sí misma; en su interior existe una red de signos, relacionados entre sí, que aportan coherencia y funcionamiento al conjunto), permite poner de manifiesto tanto procesos cognitivos como el funcionamiento textual que intervienen en la conformación de significado o semiosis.

terrelación,
narrativas

La perspectiva teórica que adoptaremos para establecer relaciones entre redes culturales y diversos tipos de textos, estará mediada por el concepto de modelo cognitivo, resultado material del análisis de dichos textos. Esta noción, a diferencia de la de texto (considerado como una unidad comunicacional cerrada en sí misma y por sí misma; en su interior existe una red de signos, relacionados entre sí, que aportan coherencia y funcionamiento al conjunto), permite poner de manifiesto tanto procesos cognitivos como el funcionamiento textual que intervienen en la conformación de significado o semiosis.

Esta imbricación, a su vez, nos proporcionará una perspectiva más amplia en cuanto al estudio del ser humano y su actuar dentro de una cultura.

Las narrativas transmedia, entendidas como experiencias comunicativas que suman distintos mensajes, contenidos, medios y soportes, construyen significados en red en relación con dichos procesos. En tiempos de la contingencia sanitaria de los últimos años, estas narrativas se han desarrollado en distintas vías y se han normalizado en todos los ámbitos, y la ciencia no ha sido la excepción.

De manera destacada, las propuestas transmedia son fundamentales para la comunicación de la ciencia, en el modo de pensarla, integrarla y darla a conocer, tanto en términos de modelos como en formas de estructurar el pensamiento en las nuevas condiciones socio-tecnológicas.

ARTÍCULO

Cuando estudiamos con el celular y la tele encendida, ¿estamos construyendo conocimiento?

Rodrigo Pardo-Fernández



Imagen de Pexels en Pixabay

Rodrigo Pardo-Fernández. Facultad de Letras, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
rodrigo.pardo@umich.mx

¿Cómo llamar a la experiencia de leer un libro en una pantalla digital, escuchando un podcast sobre el mismo tema y *whatsapear* al mismo tiempo con compañeros de clase? Eso es **lectura entre distintos medios** que amplían los límites de una historia o idea base; a esta lectura ampliada la llamamos **transmedia**, y nosotros **somos translectores** porque somos capaces de conocer e interpretar a partir de la información que nos llega desde distintas partes.

La experiencia transmedia ofrece y depende de un cierto grado de participación activa por parte

de quien la lee, la interpreta y participa en ella. Una adolescente lee una novela de Harry Potter mientras ve una de las películas en la pantalla de su computadora y googlea a Emma Watson en su papel de Hermione, a la vez que chatea con sus amigos sobre la experiencia y busca en internet dónde comprar una varita mágica. ¡Uf!, y todo al mismo tiempo, y es algo cotidiano de cualquier momento, en cualquier casa.

La novela, la película, la información de internet y los chats son contenidos, ya que *contienen* información compuesta por distintos códigos: con palabras, con imágenes, con sonido, con movimiento. Y la adolescente fanática de Harry Potter no es dispersa, aunque parezca lo contrario: es **capaz de integrar todos esos contenidos**. Dicho de otro modo, es una translectora que ha desarrollado la capacidad de **crear significados a partir de la interpretación de distintos códigos y medios físicos, así como virtuales al mismo tiempo**. Y toma la iniciativa: no solo consume, sino que produce contenidos. Además, no solo lee o escucha o visualiza: construye conocimiento.

Es importante entender que la experiencia transmedia se da a partir de distintos medios, pero

no necesariamente digitales o tecnológicos. Antes de que Higgins definiera lo transmedia en 1966, ya se daba este tipo de experiencias de seres humanos frente a distintos contenidos, en la calle, en la escuela, en la casa, en la plaza pública, en la iglesia. Desde hace siglos, los seres humanos consumen contenidos a la vez y construyen conocimiento a partir de ello en todos estos espacios y en muchos otros.

Imaginemos que caminamos en medio del mercado prehispánico de Tlatelolco. Alrededor de la plaza hay piedras grabadas con dibujos que cuentan la historia de los dioses y otras con la descripción de rituales; se oyen los gritos de vendedores que venden carne de venado e iguana; hay aves en jaulas de carrizo que cantan; grupos de personas conversan sobre temas del momento. Estamos cruzando en medio de todos estos mensajes, y todo lo apreciamos al mismo tiempo, se suman las palabras con las imágenes, los sonidos y el movimiento de animales y personas.

Y con todo eso construimos una idea de qué es el mercado, qué significa para nosotros. Es una experiencia transmedia donde se amplía el significado del mercado como lugar de compra-venta

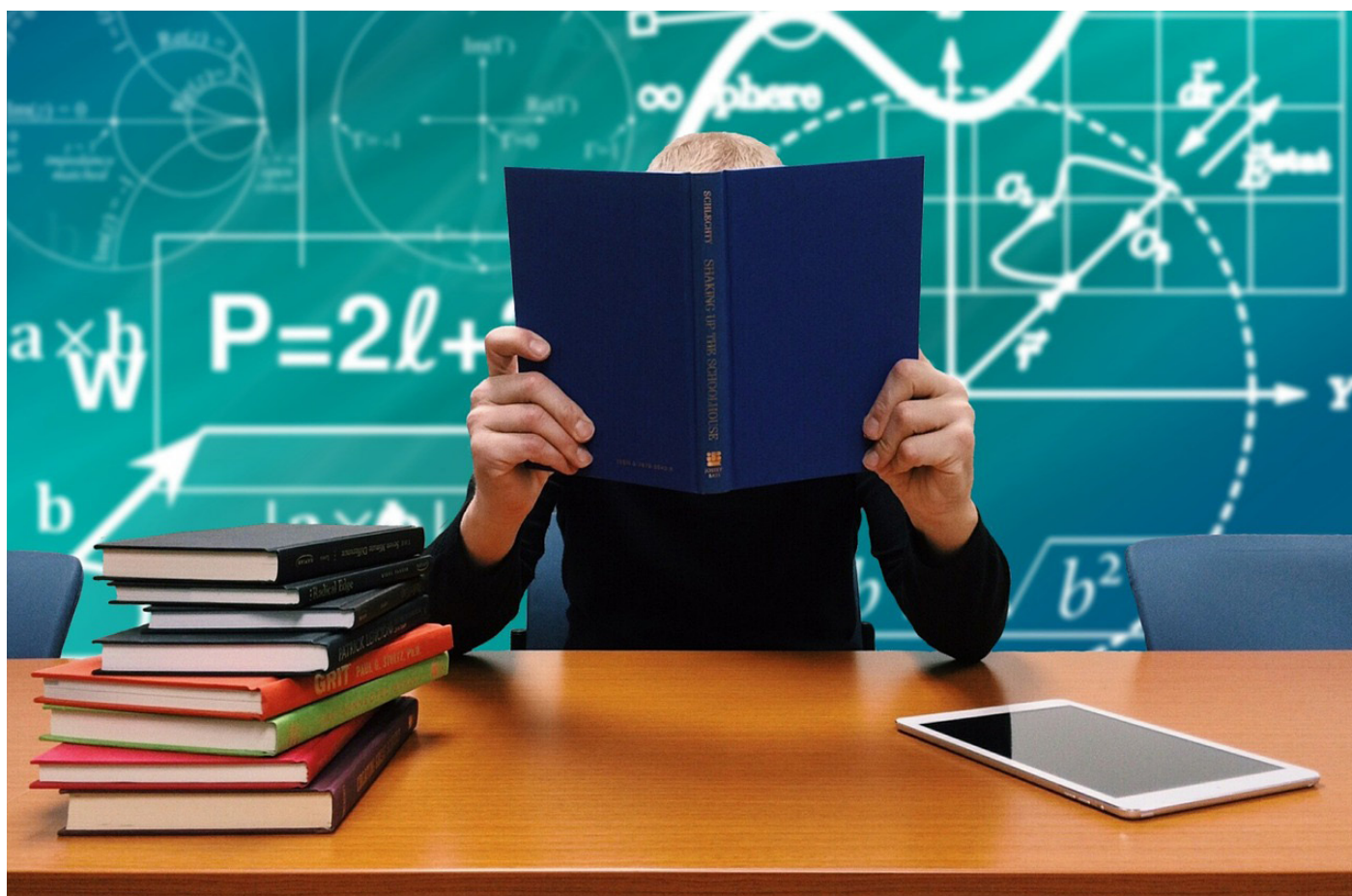


Imagen de Alexa en Pixabay



de mercancías a partir de una vivencia en la que no solo somos espectadores, sino que participamos de manera activa.

Esto mismo sucede ahora, pero sumándole los medios tecnológicos que ya son parte de nuestro día a día. De esta manera, en tiempos de la pandemia, se ha vuelto algo cotidiano pasar un rato de ocio viendo una serie en streaming mientras navego por internet y escucho música, entre otras muchas posibilidades.

Algo similar **sucede con la divulgación científica**, en el modo en el que se comunica la ciencia. Descubrimos páginas web donde hay entrevistas en audio, textos para todo público, fotografías científicas y de personas investigando, podcasts, hipervínculos y videos interactivos sobre un mismo tema o temas similares. Con toda esta información **integramos un conocimiento en redes a partir de distintos medios y códigos**.

Nosotros somos translectores (sí, ustedes que leen este texto mientras hacen otras veinte cosas, y quienes lo escribimos): consumimos y producimos contenidos, es decir, información. Al mismo tiempo que leemos varios textos escritos, en video, en audio o en otros soportes, todos como una unidad, hacemos cosas, escribimos, sacamos fotos, comparti-

mos información, y en ese proceso comprendemos de una manera diferente. Esta es la idea sobre la que vamos a pensar las cosas, buscar comprender qué es esto de la narrativa transmedia y cómo se relaciona con nuestra vida cotidiana. **Cuando tenemos una experiencia transmedia, la forma en que conocemos es creando redes**. Conectamos unas ideas con otras que forman parte de un universo de conocimiento. Y además producimos nuevos contenidos que se suman a esta red expandida.

¿Cómo se aplica esto a la hora de estudiar, por ejemplo, para un examen de historia?

Avisamos a la familia que vamos a estudiar historia, y que además vamos a apoyarnos en un video de YouTube. Colocamos en la mesa nuestra libreta del curso con los apuntes de clase, las copias subrayadas del libro que nos dejaron leer sobre la Revolución francesa y nuestro celular con el chat de los cuates abierto para estudiar en línea. Encendemos el televisor, ubicamos el documental que nos recomendaron y le ponemos *PLAY*.

En ese momento tenemos a la mano cuatro canales de comunicación, cada uno de ellos con contenidos diferentes: 1) nuestros apuntes, escritos a partir de la clase pero que incluyen comen-

tarios propios y uno que otro dibujito; 2) las copias que hemos leído y anotado, destacando lo más importante de las ideas del autor; 3) el celular para platicar, comentar, apoyarnos y resolver dudas con los compañeros de la escuela; y 4) el documental en *streaming* que se presenta como un contenido audiovisual.

Mientras pasan los créditos, platicamos por mensajes con una amiga sobre el tema: Es horrible eso de la guillotina, pero piensa cómo todo empezó por la falta de comida en Francia. ¿En serio? Y el documental comienza una parte introductoria que se parece mucho a lo que tenemos en los apuntes. Sí, la fecha ya la teníamos anotada, menos mal. Y luego comienzan a hablar de distintos personajes que están señalados en las copias: Mejor lo checamos a ver cómo se escriben. Y vemos que la amiga del chat ha comenzado una discusión sobre quién era más chido, si Danton o Robespierre.

Adelantamos el documental hasta que aparecen sus nombres, y hasta una imagen de ellos, y revisamos los apuntes y vemos cómo se dividía la Asamblea Nacional francesa entre derecha e izquierda: ¡Ah, de eso se trata! Alguien chatea que a María Antonieta la guillotinaron y alguien más añade que en el documental dice que lo mismo pasó con Danton, y hasta con el inventor del aparato escribe alguien: No, no es cierto —escribe otro que lo buscó en internet—, y decidimos seguir viendo el documental para saber más. Al final, tenemos una idea de la Revolución francesa compuesta por diversos contenidos de distinto origen.

Para muchas personas lo que estamos haciendo es distraernos, dejar de prestar atención a una sola cosa. Piensan que no estamos estudiando ni aprendiendo nada. Pero

veamos a detalle cómo ha sido el proceso transmedia. **Participamos de distintos medios y contenidos al mismo tiempo**, con información complementaria e incluso contradictoria. **Cada uno de estos contenidos nos daba un fragmento**, por ejemplo, si pensamos en el documental, al que se suma una historia que leímos en nuestros apuntes, que se iba reafirmando con lo que se escribía en el chat con los cuates y que, con lo que leímos en las copias que nos dio la profesora, iba creciendo hasta darnos una idea más completa de un periodo de la historia. Entonces, al final del día, somos translectores porque podemos, al mismo tiempo, leer e interpretar distintos contenidos, digitales o analógicos, y además conectarlos. Así que **si nos preguntamos si estamos construyendo conocimiento la respuesta es sí**, por supuesto que sí.

Este proceso de conocer en red es algo que nos interesa estudiar, a fin de valorar la profundidad de ese conocimiento y cómo se configuran los modelos en nuestro cerebro que nos permiten construir y crear nueva información. Además, nos interesa mucho saber cómo participan otras redes, de nuestro grupo social y de nuestra cultura, en el aprendizaje de esos contenidos y la creación de otros nuevos.

Pero esa es otra historia y será contada en otra ocasión; quizá en un podcast, o en un video, o en un cartel. Ya se verá.



Higgins D. (1965). Intermedia. *Something Else Newsletter*, 1(1), 23-28. <https://muse.jhu.edu/article/19618/pdf>

Aguerre N. (2019). Arte y Medios: Narrativa transmedia y el translector. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño*

y Comunicación. *Ensayos*, 72, 16-31. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-35232019000200016&script=sci_abstract&lng=pt

ARTÍCULO

Construcción de perceptos desde un enfoque semiótico

Juan Carlos González-Vidal



Imagen de Daniel Mena en Pixabay

Juan Carlos González-Vidal. Facultad de Letras, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
juan.gonzalez@umich.mx

Uno de los problemas que han captado nuestra atención en los últimos tiempos, es la manera en que un sujeto cognoscente humano **se apropia de su entorno para adaptarse e interactuar en él.** Semejante apropiación comienza prácticamente a partir del nacimiento, a partir del instante en que desarrolla acciones exploratorias (táctiles y visuales), todavía sin la intervención del discernimiento, que irán constru-

yendo sistemas físico-neurológicos que lo dotarán de las facultades para la verificación de las actividades más variadas y sofisticadas.

El cuerpo es un transductor de información que implica circuitos aferentes y eferentes. Una perspectiva semiótica permite postular que la información que procesa nuestro organismo, alcanza su máximo grado de concreción en la significación. **Es mediante la significación que introyecta estados del mundo para poder expresarlos ulteriormente** y, más aún, estar en posibilidad de modificarlos. Para lograr esto, debe desarrollar una serie de procesos sumamente complejos en cuya descripción, nuestra área disciplinar, de acuerdo con lo dicho, puede hacer aportaciones importantes.

La conformación física de los humanos funciona como un intrincado transformador de información: cualquier estímulo proveniente del exterior sigue un largo recorrido a través de distintas vías hasta convertirse en **un percepto** y, consecuentemente, **adquirir el rango de un fenómeno**

mental. Esto nos lleva a hablar, junto con John Searle, de un pluralismo de propiedades (2000, p. 190), y a tomar con prudencia la identificación absoluta que se intenta establecer entre los estados mentales y los cerebrales (2000, p. 128). Se trata de niveles diferentes de las actividades orgánicas.

La primera fase de la adaptación puede ubicarse en la misma conformación física de los homínidos que antecedieron a nuestra especie. A la falta de propiedades orgánicas que permitían a otros linajes acomodarse rápidamente a su medio (como pelo, garras, colmillos, fuerza, agilidad, alas, olfato, vista agudos, etc.), nuestros antepasados se vieron en la obligación de satisfacer artificialmente la dotación de capacidades que la naturaleza no les había proporcionado, y emprendieron el **uso de objetos a modo de extensiones corporales**.

Ante la carencia de garras, utilizaron piedras y palos para defenderse de otros seres o bien para atacar o cazar; sin cuellos largos o brazos y piernas lo suficientemente fuertes para alcanzar



Imagen de Pete Linforth en Pixabay

frutos de los árboles, se valieron de varas. En un inicio, **esos objetos no fueron transformados morfológicamente**, bastó con que **se les asociara una finalidad** y se utilizara de acuerdo con el propósito asignado. En este punto es conveniente traer nuevamente a colación palabras de Searle: «Los seres humanos, junto con algunas otras especies, tienen la capacidad de imponer funciones a los objetos, donde la imposición de la función crea un fenómeno relativo-a-la-intencionalidad, la función» (2014, p. 90). Para Searle, **el propósito intenta satisfacer una necesidad y viene de una intencionalidad del sujeto** que usa el objeto, por lo tanto, debe considerarse un fenómeno mental.

Hay que resaltar que en la cita se encuentra una afirmación que nos sugiere un itinerario para entender el origen de la cultura: la observación de los comportamientos de linajes diferentes. Efectivamente, se ha visto que otras especies tienen la facultad de atribuir funciones a los objetos y que, a partir de este hecho, un ser se interrelaciona de modos particulares con ellos, e inclusive con sus semejantes.

Al quedar instituida la función, se genera un conocimiento, que en estas circunstancias tendrá un **carácter práctico**. Casos llamativos son, por ejemplo, el de chimpancés que utilizan ramas o lianas cuya morfología debe ser adecuada para extraer hormigas de sus nidos, el de las nutrias marinas que mediante piedras puestas en su vientre rompen caracoles, o el de los buitres egipcios que arrojan piedras para romper los huevos de avestruz (Sabater, 1992, pp. 56-60; Cernuda, 2005). En todos los casos hay selecciones de acuerdo con la forma del objeto, puesto que su manipulación debe estar en concordancia con el propósito atribuido.

Es factible pensar que esta clase de comportamientos hayan resultado trascendentales en la gestación de la humanidad, pues constituyen un comienzo de la transformación de la naturaleza y de la gran expansión del universo simbólico que, después de millones de años en la evolución, se convertiría en el fenotipo ontogénico de la especie. Umberto Eco plantea este argumento a manera de hipótesis, y atribuye a la utilización y a la fabricación de instrumentos de uso por parte de un australopiteco, el inicio del camino hacia esa

dimensión simbólica (1974, pp. 23-25; 1977, pp. 44-47). Si bien las conductas instrumentales citadas no pueden ser consideradas una cultura propiamente dicha, sí puede hablarse ya de comportamientos culturales que —insistimos— pueden considerarse como una de las simientes de donde emergerá nuestra forma de vida.

En otros linajes, comportamientos de esta clase tienen un **desarrollo limitado**, pues en la gran mayoría de las ocasiones su finalidad es **satisfacer necesidades**



des básicas. Por el contrario, **en los humanos son prácticamente ilimitados**: nuestro accionar cotidiano actual se vale de una multiplicidad de prótesis que se enfocan en la solución de necesidades artificialmente creadas (por decirlo de alguna manera), como el divertimento a través de los videojuegos, el uso excesivo de celulares y de computadoras... Y algo más que es digno de destacarse, lo constituye la utilización de algunos de esos objetos más allá de sus funciones primarias, por ejemplo, en muchas ocasiones se adquiere un

<https://>

teléfono celular de última generación para mostrar una posición social elevada o para «estar a la moda», aun cuando las ventajas con respecto al modelo anterior sean mínimas.

La mención de la diferencia anterior no se hace sobre el eje superioridad / inferioridad, que nos llevaría a una postura antropocéntrica. No es necesario ser un gran observador para, vistos los efectos devastadores que nuestra especie ha provocado en el entorno, rechazar nuestra supuesta superioridad.

Pero, ¿por qué des-
de

el punto de vista de nuestra disciplina es tan importante la fabricación de objetos de uso en el establecimiento y en el desarrollo de la cultura? Por la razón de que al otorgarle una función a un objeto, el ser que lo hace establece una relación codicial, es decir, una regla que permite una correlación entre un plano de la expresión y un plano del contenido, en otras palabras, el objeto es dotado de un significado, lo que hace posible una atención selectiva por parte de un sujeto. Si aplicamos los comportamientos culturales de otras especies al origen de la humanidad, cobra mayor fuerza el argumento de Eco citado líneas antes, y contribuye a precisar que **la significación precede al lenguaje**. A esto hay que agregar los procesos de desenvolvimiento de los bebés en su circunstancia, que acceden a una dimensión simbólica en el instante en que atribuyen y reconocen funciones en los objetos, hecho que los pone en capacidad para expandir sus horizontes semánticos.

Es así que podemos afirmar que **un percepto se concreta con el advenimiento de la significación**. No obstante, a la contribución que la semiótica tendría en el estudio de las funciones cerebrales, no encontramos referencias bibliográficas sobre nuestra disciplina en los textos de neurociencias, aun cuando se alude a cuestiones semánticas en relación con la mente.

De esta manera, conjuntamente con el esfuerzo de varios colegas, pretendemos fortalecer los vínculos entre varias disciplinas para llegar a acercamientos más integrales en la comprensión del acontecer humano en todas sus dimensiones.



www.freepik.com/free-vector/mental-health-awareness-concept_7770897.htm#query=semiologia%C3%ADa&position=12&from_view=search&track=ais



Cernuda O. (2005). Los gorilas salvajes también usan herramientas. *Elmundo.es. Ciencia/ecología*. <https://www.elmundo.es/elmundo/2005/09/29/ciencia/1128006198.html>

Gonzalez Vidal J.C. y Morales Campos A. (2018). Por una concepción semioantropobiológica de la cultura. *AdVer-*

suS: Revista de Semiótica, 25(35), 70-96. <http://www.adversus.org/indice/nro-35/articulos/XV3504.pdf>

Searle J. (2000). *El misterio de la conciencia*, Paidós <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/lo-voi/article/download/583/577>

ARTÍCULO

Los modelos cognitivos: Biología y cultura

Arturo Morales-Campos



Imagen de StockSnap en Pixabay

Arturo Morales-Campos. Facultad de Letras, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

arturo.morales@umich.mx

A raíz de ciertas limitaciones (biológicas y culturales) en el ser humano, **la percepción de la realidad no puede darse en forma directa ni completa.** De acuerdo con posturas neurocientíficas y semióticas, el objetivo de este artículo es mostrar que la percepción de la realidad nunca es plena, sino fragmentada, aproximativa y en forma de modelos cognitivos. Para ello, es necesaria la vinculación de procesos biológicos y procesos culturales. En consecuencia, **la realidad percibida estará conformada por actividad neuronal y por la experiencia cultural del sujeto percibiente.** A pesar de la enorme distancia entre la realidad y nuestra percepción de ella, esos modelos cognitivos son

una base que nos guía en la vida.

El ser humano (y tal vez otros animales también) piensa que el universo o la realidad (esa multitud de cosas con las que se enfrenta cotidianamente, incluidos otros seres humanos y otras formas vivientes) es algo que puede leerse, es decir, algo que puede dotarlo de sentido. El contacto con los objetos materiales ofrece un conocimiento, al parecer, inmediato: podemos, por ejemplo, calcular el peso de una piedra, suponer su textura o su dureza, etc., con solo verla. Pero, ¿es realmente que tenemos acceso a un conocimiento directo de esta manera descrita?, ¿esto pasa únicamente con la materialidad?, ¿qué decir de la virtualidad en la que se presenta parte de la realidad actual? Resulta obvio que no podremos responder plenamente a cualquiera de las tres preguntas, sin embargo, trataremos de proponer una posible salida un tanto satisfactoria.

Por varios siglos, existió una afirmación que cubrió gran parte del conocimiento occidental; se trata de la frase latina (aunque se usó desde el tiempo de los filósofos griegos antiguos) «Veritas est adaequatio rei et intellectus». Su interpretación nos habla de que **la verdad** («veritas») **consiste en una concordancia** («adaequatio») **entre el objeto** («rei») **percibido** (por cualquier sentido) **y el pensamiento o idea** («intellectus») **de ese mismo objeto**; en otras palabras, si vemos un perro, tendremos una idea que es exactamente igual a ese perro y, por lo tanto, asumiremos tener un acceso directo y verdadero con la realidad. Parece ser un argumento prácticamente irrefuta-



Imagen de PublicDomainPictures en Pixabay

ble: si veo un perro, *efectivamente*, tengo una idea exacta de ese perro en mi pensamiento y no de otra cosa diferente.

A partir de varias perspectivas teóricas (principalmente, dentro de las neurociencias, o las ciencias que estudian el funcionamiento del cerebro, y la semiótica, o la disciplina que se encarga del estudio de los signos en una cultura), se ha descubierto que esto no es así: si veo un perro, *construyo* algo en la mente que «parece» ser ese perro, pero que, en definitiva, no lo es. ¿Esto quiere decir que vivimos en una realidad aparte, llena de distorsiones como en un sueño? No, definitivamente, no.

Para tratar de salir de este laberinto, debemos empezar por hablar de nuestros sentidos. **Existen ciertos rangos en los que funciona cada una de esas ventanas a la realidad.** Dentro del espectro electromagnético (el conjunto de todas las radiaciones de energía), por ejemplo, se encuentra un pequeño fragmento en el que opera nuestro sistema visual. La luz se dispersa en diferentes longitudes de onda (distancia entre un pico y otro de una onda). Así, los rayos ultravioleta, en el extremo inferior del espectro, circundan una longitud de onda de 10^{-8} metros y los infrarrojos, en el extremo superior, van de 10^{-4} a 10^{-3} metros. **El ojo humano solo puede percibir frecuencias entre $4 \cdot 10^{-7}$ y $7 \cdot 10^{-7}$ metros.** Notemos que queda fuera mucho que no podemos ver. Lo mismo pasa con el resto de los otros sentidos: no pueden funcionar fuera de ciertos límites restringidos. Esto nos coloca en una situación en la que **no podemos percibir todos los detalles de los elementos de la realidad.**

En correspondencia con lo anterior, nuestra capacidad cognitiva (de pensamiento), aunque parece impresionante, también se encuentra dentro de determinados cercos: **no podemos saber todo de algo.** Claro que esas fronteras no son definitivas, pues con el paso del tiempo se expanden y, por supuesto, se contraen. Si lo anterior fuera poco, debemos pensar que las teorías del conocimiento, científicas o de otra índole, solo son aproximaciones acerca de su campo de estudio: no hay una teoría que aborde con plenitud algún aspecto de la realidad, fenómeno natural, filosófico, etc. Estos primeros argumentos atentan contra la anterior máxima latina.

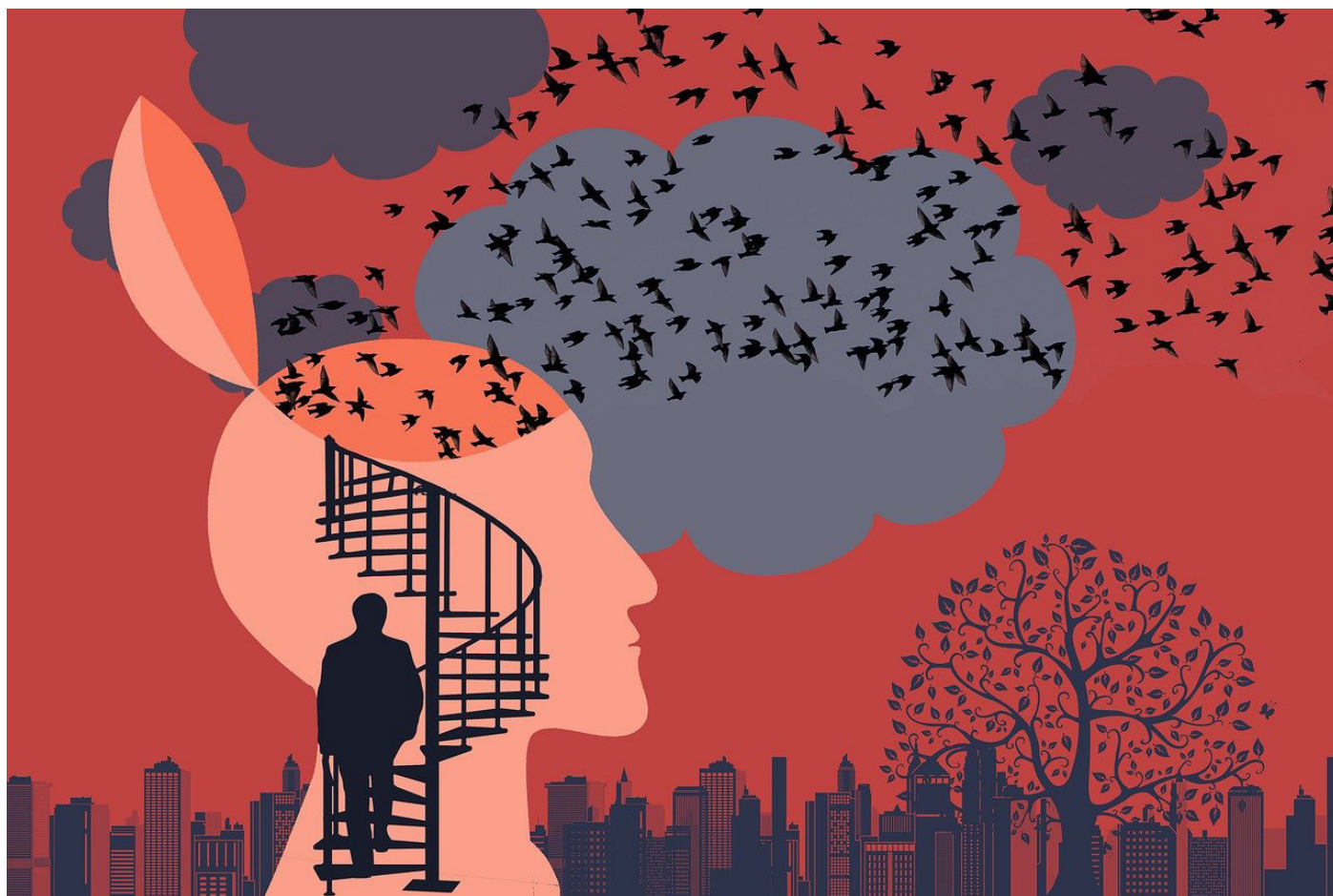


Imagen de Gerd Altmann en Pixabay

Ahora bien, es momento de hablar, en forma muy sucinta, de lo que pasa dentro del cuerpo al momento de la percepción.

Cuando alguna terminal nerviosa asociada a un sentido cualquiera, entra en contacto con un estímulo (un sonido, una superficie, un aroma, un sabor o una imagen), ese contacto *se transforma* en **señales bioeléctricas** (vista, oído y tacto) o **bioquímicas** (gusto y olfato). Estas señales arriban al cerebro para activar las neuronas correspondientes a cada sentido mediante pequeñas descargas, también de tipo **bioeléctrico**. Si entendimos bien, el estímulo original —que pudo ser un perro, el sonido de una campana, la sensación de calor, un sorbo de café o el aroma de un perfume—, al «entrar» en nuestro cuerpo, abandona su forma original para pasar a otra completamente diferente, a saber, como actividad neural del sistema nervioso, en general, y del cerebro, en particular.

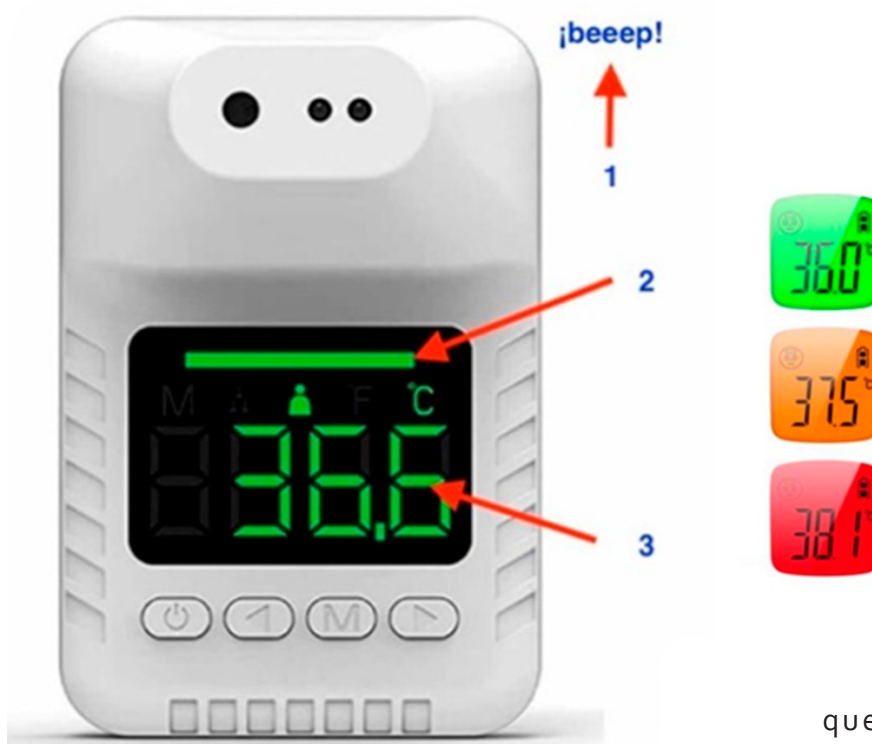
Ahora bien, de acuerdo con la teoría del neurocientífico Antonio Damasio, la conexión entre neuronas permite la formación de una imagen mental que guarda *cierta* relación con el estímulo original. Este científico ha realizado múltiples experimentos con macacos y ha descubierto que es posible «des-

cubrir en la corteza visual de un mono una fuerte correlación entre la estructura de un estímulo visual —pongamos por caso una cruz o un círculo— y el patrón de actividad que evoca en las cortezas visuales» (2015, p. 118). Es decir, si lo percibido es un círculo, la actividad neuronal en la corteza visual será como una especie de luces que reproducirá el contorno del círculo. Debemos aclarar que esa actividad de las neuronas en el mono no es muy diferente a la que ocurre en el cerebro humano.

Por otro lado, el término 'imagen mental' no se reduce al ámbito visual: **cualquier estímulo se transformará en una imagen relativa al sentido que lo percibe**, es decir, habrá imágenes auditivas, táctiles, gustativas y olfativas, además de las visuales. En concreto, Damasio afirma: «El conocimiento objetivo que se requiere para el razonamiento y la toma de decisiones llega a la mente en forma de imágenes», a partir del contacto directo con cualquier estímulo o mediante el recuerdo (2019, p. 147). ¿Qué quiere decir todo esto? Que la materialidad del estímulo *se transforma* en una construcción subjetiva (mental) que reproduce, a partir de descargas bioeléctricas, solo algunos rasgos del primero. Esa imagen mental es únicamente accesible

para el sujeto percibiente. Por la complejidad de esa imagen, podemos considerarla como un modelo cognitivo.

Vamos a tomar un pequeño ejemplo para explicar de mejor forma qué es un modelo cognitivo. Como sabemos, el mundo pasó por una pandemia que se extendió por un poco más de dos años. Una forma (no siempre segura) para evitar contagios en lugares públicos, fue la instalación de filtros sanitarios; en concreto, una persona encargada de un puesto usaba un termómetro de rayos infrarrojos y ofrecía una descarga de sanitizante de un dispensador. Tomaremos como objeto el termómetro, de forma particular, tres señales que emite: el sonido (o «bip») que indica el registro de una temperatura, el color verde en la pantalla y el número de grados de la lectura. En nuestro caso, cada una de esas tres señales corresponderá a una lectura que ronde, digamos, entre los 36.0 y los 37.50 centígrados. Una persona A que pase por ese filtro, percibirá únicamente el sonido, el color verde de la pantalla o el número de la temperatura, no más de una de esas señales. El significado (sin importar la señal percibida) indicará las siguientes posibilidades: «temperatura-aceptable», «no-COVID» (aunque lo tenga), «acceso-permitido», «no-amenaza», «saludable», «responsable», entre otras. El efecto sería similar para otras personas que estuvieran cerca de A: la tomarían como alguien que puede, hasta cierto punto, compartir el espacio público. En caso contrario, si el sonido es de alarma, el color de la pantalla es rojo o si la lectura es superior a los 37.50 centígrados, las posibilidades serían: «temperatura-no-aceptable», «COVID» (aunque no lo tenga), «acceso-denegado», «amenaza», «enfermedad», además de «irresponsable». Es de entender



que
habría
fuertes
protestas si

la persona encargada le permitiera entrar al sitio. Veamos cómo una simple señal despliega un conjunto de significados y, por supuesto, de reacciones.

Los resultados que presentamos son de una complejidad enorme: van desde aspectos biológicos (relacionados con la percepción) hasta culturales (todos los posibles significados y acciones tomadas). Es por esta razón que decimos que **el contacto con la realidad ocurre**, más que a través de imágenes mentales, **mediante modelos cognitivos**, es decir, esquemas complejos y *aproximativos* de la realidad que, a pesar de sus limitaciones, contienen cierto conocimiento de dicha realidad: son la base y la guía para tomar decisiones y crear argumentos en torno a un determinado fenómeno. Además, de acuerdo con esta idea, **la realidad que percibimos siempre estará fragmentada**: solo nos será posible acceder a algunos de sus aspectos, no de su totalidad. Así, siempre estaremos muy lejos de la verdad en sí, pero esto nos fuerza a seguir intentando.



Damasio, A. (2015). *Y el cerebro creó al hombre*. México. Destino. [https://www.rimana.ec/wp-content/uploads/2018/06/Damasio-Antonio-y-el-cere-](https://www.rimana.ec/wp-content/uploads/2018/06/Damasio-Antonio-y-el-cerebro-creo-al-hombre.pdf)

[bro-creo-al-hombre.pdf](https://www.rimana.ec/wp-content/uploads/2018/06/Damasio-Antonio-y-el-cerebro-creo-al-hombre.pdf)
Damasio, A. (2019). *El extraño orden de las cosas*. Madrid. Ariel.

ARTÍCULO

Proteína de papa ¿Alimento para lechones?

Samantha Bautista-Marín y Konisgmar Escobar-García



Fotografía propia

Samantha Bautista-Marín. Docente Investigador, Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

samantha.bautista@uaq.mx

Konisgmar Escobar-García. Docente Investigador, Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

konisgmar.escobar@uaq.mx

El destete en lechones

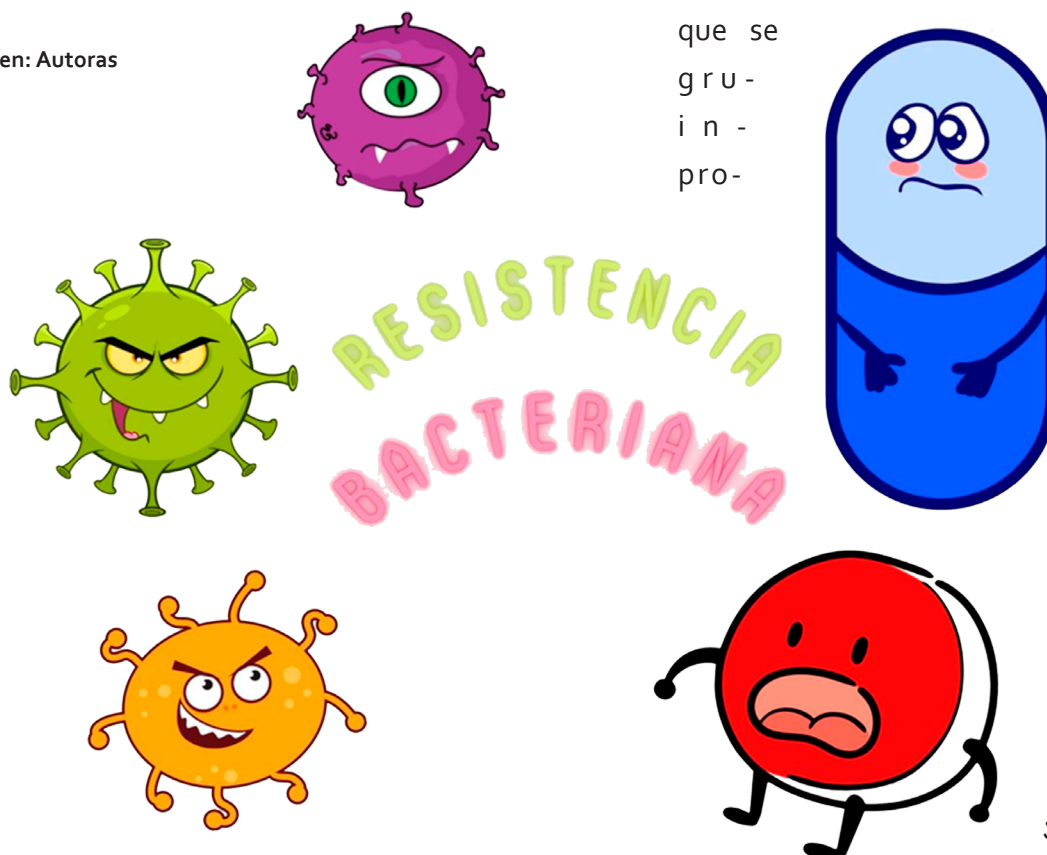
En las unidades de producción porcina, los lechones son destetados a los 21-28 días de edad. El destete es la etapa más crítica en la vida productiva de un cerdo, pues se dan diferentes factores de estrés como el nutricional, el social y el ambiental, ya que de estar junto a su madre y sus hermanos de camada, alimentándose de leche materna con componentes de origen animal, se separa y comienza a alimentarse con alimento sólido cuyos componentes son, en su

mayoría, de origen vegetal, lo que afecta el desarrollo del tracto gastrointestinal, de tal forma que comienzan a detectarse **problemas de anorexia y diarreas** que pueden amenazar la vida del animal y, por ende, se generan grandes pérdidas económicas.

A lo largo de la historia de la producción de carne de cerdo, esta problemática se ha controlado por medio del **uso de antibióticos**, llegando incluso a definirse como «promotores de crecimiento», puesto que, al mantener controlados los microorganismos del ambiente gastrointestinal, permite una mejor disponibilidad de los nutrientes para que el lechón pueda crecer de manera eficiente.

Desafortunadamente, **el uso inadecuado** de estas sustancias en el alimento de los cerdos, **ha generado una resistencia bacteriana** tanto a los animales como al consumidor final, por lo que hoy en día se considera una **amenaza a la salud pública** a nivel mundial. En Europa, desde 2006, y actualmente en algunos países del continente americano, **se ha prohibido** el uso de estos antibióticos, por lo que los especialistas en nutrición porcina han buscado alternativas al uso de estos y aquí es cuando entra el concentrado de proteína de papa.

Imagen: Autoras



Proteína de papa ¿Alimento para lechones recién destetados?

La papa es bien conocida por su gran cantidad de carbohidratos, sin embargo, al ser extraído el almidón, **este tubérculo nos puede proporcionar una proteína de excelente calidad**, muy similar a la proteína de origen animal. Se han realizado varios trabajos de investigación dirigidos a evaluar el valor nutricional y a establecer la estructura de las proteínas de la papa.

El concentrado de proteína de papa, que desde ahora nombraremos CPP, posee **aminoácidos esenciales para la formación y crecimiento de tejidos** que permitirá el correcto desarrollo de los animales. El CPP es un ingrediente funcional muy interesante que se agrega a la dieta de lechones recién destetados, ya que, a parte de proporcionar proteína de buena calidad y digestibilidad, posee una gran cantidad de cualidades que ejercen un efecto positivo en los animales de granja. Desafortunadamente, el poder **aislar y purificar la proteína de papa** se ha convertido en un **proceso costoso**, sin embargo, al usar el CPP y sus múltiples beneficios en la alimentación de los lechones, ayuda a superar obstáculos durante el destete.

El
que se
gru-
in-
pro-

CPP posee proteínas que se dividen en tres grupos: patatinas, hidrolizables de papa y otras proteínas que están involucradas en la defensa natural de la papa, estas tienen un efecto antimicrobiano o antifúngico. Las patatinas poseen un alto valor nutricional (buen balance de aminoácidos).

SEBM

dos) y también ejercen un **efecto antioxidante**. Los **inhibidores de proteasa** del CPP han demostrado tener un efecto terapéutico positivo en la sensación de saciedad en terapias de adelgazamiento para humanos, por lo que estas proteínas podrían emplearse como **suplementos alimenticios**. Otras propiedades benéficas de las proteínas de la papa y que no son de efecto nutricional son: **antimicrobianos, antitumorales y antioxidantes**.

El intestino delgado de los cerdos está compuesto por vellosidades y microvellosidades que se encargan de la absorción de nutrientes que contiene el alimento, y para poder evaluar la salud intestinal, se tiene que medir la longitud de estas; mientras más largas, más sanas; si se acortan o disminuyen excesivamente, entonces hablamos de un problema asociado con la presencia de toxinas y los animales tendrán severos problemas de

absorción, tal es el caso de los lechones que presentan diarrea.

Investigadores han observado que **cuando se añade CPP a la dieta de lechones, se inhibe el crecimiento de bacterias** que provocan diarreas graves como *Salmonella choleraesuis*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. De igual manera, concluyeron que disminuyó la presencia de estas bacterias en colon, ciego, recto y heces de estos animalitos.

Otra acción interesante que ejerce la proteína de papa es la formación de poros en la pared celular de las bacterias, lo cual ayuda a destruirlas, esto debido a la presencia de unas proteínas llamadas «defensinas»... ¡Así de poderosa es la papa!

Por otro lado, se ha observado que cuando los lechones ingieren CPP, tienen un **mejor consumo de alimento**, aumenta la **ganancia diaria de peso** y también fueron **más eficientes al trans-**



Fotografía: Ayneé Sánchez.

formar el alimento consumido en músculo. De hecho, también los lechones tuvieron menos diarreas al ser destetados, probablemente debido a las propiedades antimicrobianas que posee el CPP, y que mencionamos anteriormente.

La carne de cerdo es una excelente **fente de proteínas y aminoácidos** esenciales que los humanos deben obtener a partir de su dieta. Además, la grasa de cerdo, en cortes magros, es una buena **fente de energía** siempre y cuando no se consuma en exceso. También **posee minerales** como fósforo, selenio, zinc, potasio, magnesio, hierro y cobre. Es **fente de vitaminas del complejo B** tales como: tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, piridoxina, niacina y cobalamina (B12), las cuales son vitales para mantener una buena salud tanto en niños como en adultos.

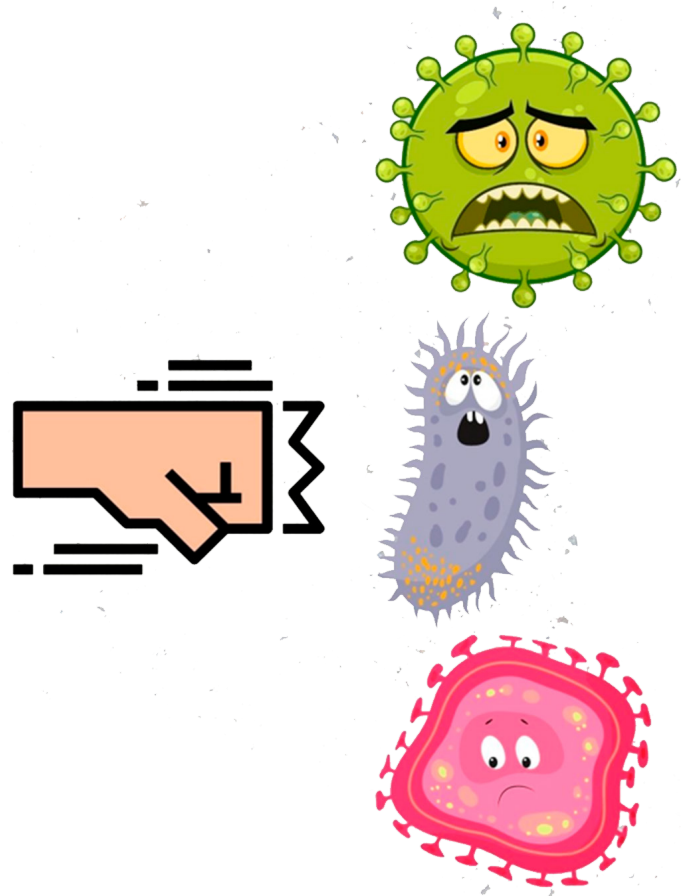


Imagen: Autora

Los médicos veterinarios especializados en nutrición animal, están constantemente investigando alternativas al uso de antibióticos en la nutrición porcina para que los consumidores de proteína de origen animal puedan estar seguros de que sus platillos serán elaborados con un excelente producto, libre de sustancias potencialmente tóxicas y que puedan disfrutar sus alimentos sin preocupaciones.



Hijuitl V.T.J. (2021). Efecto del nivel de inclusión de concentrado de proteína de papa en la dieta de lechones sobre algunos indicadores de la salud intestinal [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. <http://ring.uaq.mx/handle/123456789/3338>

Parra A.E.A., Hijuitl V.T.J., Mariscal L.G. y Reis S.T.C. (2021). Concentrado de proteína de papa: una posible alternativa al uso de antibióticos en las dietas para lechones desteta-

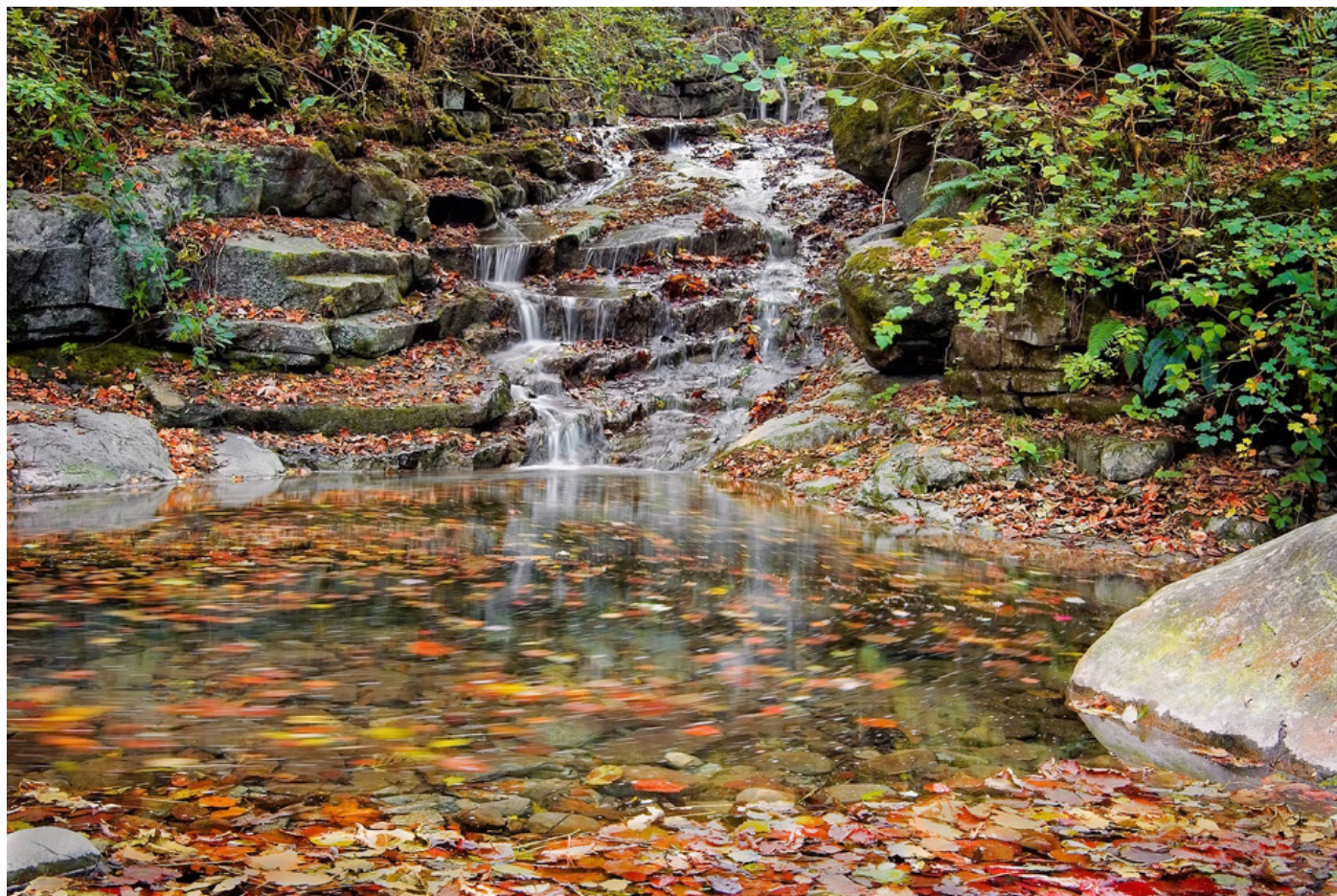
dos. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu.*, 13(2), 510-524. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5980>

Reis S.T.C., Aguilera B.A., Rubio R.S., Machado G.Y., Escobar G.K., Gómez S.J.G. y Mariscal L.G. (2019). Growth performance, diarrhoea incidence, and nutrient digestibility in weaned piglets fed an antibiotic-free diet with dehydrated porcine plasma or potato protein concentrate. *Ann Anim Sci.*, 1, 159-172. <https://doi.org/10.2478/a0as-2018-0045>

ARTÍCULO

¿Cómo cuidar los mantos acuíferos?

Leopoldo Gómez-Sandoval e Isabel Israde-Alcántara



<https://pixabay.com/es/photos/cascada-torrente-estanque-bosque-6781941/>

Leopoldo Gómez-Sandoval. Estudiante del Posgrado Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas con opción en Recursos Bióticos, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
leopoldogomez-sandoval@gmail.com

Isabel Israde-Alcántara. Profesora e Investigadora del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
isabel.israde@umich.mx

Si todos nos hiciéramos esa pregunta, seguramente los mantos acuíferos estarían mejor preservados. **Es difícil imaginarnos una vida donde no tengamos agua** para beber, para el cultivo de alimentos, para la crianza de animales, e incluso para la higiene personal. Es decir, para las actividades básicas de la vida. Sin embargo, **en el mundo existen 771 millones de personas que no tienen acceso al agua**, y tan solo en México, el 41 % de los acuíferos se encuentran ya sin disponibilidad de agua o sobre explotados. Las cosas se

complican aún más con la demanda actual de agua para cumplir con las medidas sanitarias para hacer frente a los nuevos virus y enfermedades que continúan apareciendo.

Disponibilidad de agua

El presente panorama de escasez de agua en México y en el mundo, no parece ser un obstáculo para que, sin control alguno, las actividades económicas sigan mermando cada vez más la disponibilidad de agua en los acuíferos. En México, **36 % en promedio del agua utilizada proviene de fuentes subterráneas**, aunque este porcentaje es diferente para los estados de la República, por ejemplo, tan solo en San Luis Potosí, los habitantes dependen en un 92 % del agua subterránea y en Aguascalientes de un 72 %. A pesar de que en el territorio mexicano existe una gran dependencia del agua subterránea, esta se sigue extrayendo sin procurar la recarga natural del sistema acuífero.

Existen áreas en el suelo que tienen una alta capacidad de infiltración de agua, la cual viaja por el subsuelo hasta llegar a los mantos acuíferos y los abastece. A estas áreas se les denomina **áreas de recarga de agua subterránea**. A pesar de su importancia para mantener reservorios de agua en el subsuelo, están siendo invadidas por el acelerado desarrollo urbano y por la expansión de la frontera agrícola, la cual representa el **98 % de la deforestación en México**. Esta deforestación es muy acelerada en Michoacán.

El resultado de invadir y, por lo tanto, de desaparecer estas áreas de recarga se refleja en la **disminución de diferentes cuerpos de agua**, como lagos y manantiales, así como el agua en los acuíferos, lo que genera hundimientos del suelo (subsistencia) que puede ocurrir en áreas urbanas, provocando graves daños materia-

les que ponen en riesgo la seguridad de las personas. Seguramente has escuchado que suceden algunos de estos fenómenos en tu localidad.

Áreas de recarga de agua subterránea

Podemos imaginar las **áreas de recarga** como grandes esponjas que absorben el agua de la lluvia y la dejan infiltrar hacia los mantos acuíferos, almacenando grandes cantidades de agua. En estas áreas, **el tipo de suelo es muy permeable** y la geología del subsuelo está constituida por rocas permeables y/o muy fracturadas que hacen que el agua se pueda infiltrar entre estos espacios vacíos, y con ayuda de la gravedad llegue a los acuíferos.

Para entender un poco más de cómo funcionan estas áreas, imaginemos que abrimos la llave del grifo de la cocina y ponemos un recipiente debajo del chorro del agua para llenarlo. Si ponemos



Fotografía: Leopoldo Gómez-Sandoval



Fotografía: Leopoldo Gómez-Sandoval

una tabla de madera sobre el recipiente, cubriendo totalmente su superficie, difícilmente podremos colectar el agua del grifo. Por otro lado, si en lugar de cubrir el recipiente con una tabla, ponemos una esponja encima cubriendo toda su superficie, esta absorberá el agua del grifo debido a la gran cantidad de diminutos poros que contiene y, posteriormente, traspasará la esponja para dejar fluir el agua hasta llenar el recipiente. De esta forma funcionan las áreas de recarga de agua subterránea. El agua del grifo representa la lluvia, la esponja representa el suelo y la geología del sitio y el recipiente donde se colectó el agua representa un manto acuífero.

Retomando un poco el tema de los suelos en estas áreas, **suelos cuya textura es arenosa, dejarán infiltrar el agua al subsuelo fácil y rápido.** Ya que las arenas son partículas grandes, podemos ver muy bien un grano de arena si lo tenemos en la mano. Por otro lado, **estratos cuya textura es muy arcillosa, funcionarán como barreras impermeables** que difícilmente dejarán fluir el agua, esto es porque las arcillas son partículas extremadamente diminutas que se adhieren unas a otras y no hay poros por donde pueda escurrir el agua, por lo tanto, funcionan como barrera, igual que la tabla del ejemplo anterior.

El sustrato geológico debe ser altamente permeable y muy fracturado para tener espacio, permitiendo que el agua fluya libremente hacia los acuíferos. Es importante mencionar que **en cada región** en donde nos encontremos, **existirá un contexto geológico diferente.** Por ejemplo, en la cuenca del lago de Cuitzeo, en Michoacán, habrá acuíferos conformados por rocas volcánicas donde dominan las andesitas y las ignimbritas. En esta cuenca también se pueden encontrar acuíferos en secuencias terrígenas, en estos acuíferos hay muchos materiales interestratificados donde se pueden encontrar gravas, arenas, limos, arcillas, así como distintos tipos de rocas volcánicas fracturadas.

Otro factor geológico muy importante que **favorece la infiltración** del agua subterránea son las fallas geológicas, ya que estas pueden ser vías de migración de agua hacia zonas denominadas acuíferos, los cuales tienen distintas profundidades.

Hasta ahora hemos definido las características de las áreas de recarga que están debajo del suelo, es decir, que no podemos verlas. Sin embargo, también existen características arriba del suelo que sí podemos ver que nos indican que, posiblemente, estemos en un área de recarga. Estas ca-

racterísticas se llaman **indicadores superficiales**, y si pones un poco de atención a los lugares que conoces, sabrás cómo identificarlas. Uno de estos indicadores es **la vegetación**, las áreas de recarga se caracterizan por tener coberturas boscosas que pueden ser de pino, oyamel, encino, chaparral y, en general, los bosques de coníferas; si haces memoria, seguro se te viene a la mente algún lugar como los que mencionamos. Otro de estos indicadores es **la elevación**, las áreas de recarga están asociadas a altas elevaciones, como pueden ser montañas y colinas, aunque también puede haber áreas de recarga en terrenos planos.

Flujos de agua subterránea

Una vez que el agua de la lluvia se ha infiltrado en un área de recarga al subsuelo, esta agua viajará unos cuantos kilómetros o centenas de metros. Con ayuda de la gravedad, llegará a los mantos acuíferos o llegará a una zona de descarga de agua, que generalmente suelen ser manantiales, aunque también podría ser un lago o un río. A este

recorrido que puede durar un par de días, se le denomina **flujo local**. En este flujo el agua es fría, tiene una gran cantidad de oxígeno disuelto y pH ligeramente ácido, características similares a las del agua de lluvia. **Varios flujos locales forman un flujo intermedio**. A veces el flujo de agua se desplaza de manera horizontal y muy lenta a lo largo de cientos de kilómetros en el subsuelo profundo, a este tipo de **flujo se le llama regional**, cuya agua se caracteriza por tener temperaturas altas, muy poco oxígeno disuelto y un pH básico. Esta agua también tiene diferentes compuestos químicos que se van adquiriendo de las rocas a lo largo del subsuelo.

Aunque nosotros no lo podamos detectar con ninguno de nuestros sentidos, **en el agua están disueltas varias sustancias**, las cuales toma de las rocas por las que pasa. Por esta razón, mientras más tiempo viaja el agua por el subsuelo, más sustancias obtendrá, incluso algunas de estas sustancias interactuarán entre ellas mismas y formarán otros compuestos.

En el agua de flujo local, la sustancia que más encontraremos será el ion bicarbonato, en el flujo intermedio será el ion sulfato. Mientras que, en el flujo regional, el que tiene un tiempo de recorrido mucho más largo, será el cloro. Estos compuestos solo pueden analizarse en el laboratorio mediante un equipo especializado llamado cromatógrafo iónico.

Cuidando los acuíferos

Para el abasto de las ciudades y las diferentes actividades humanas, se extrae agua de los tres tipos de flujo, sin embargo, **no se han tomado las medidas necesarias para conservar las áreas de recarga** que generan estos tipos de flujo, recordemos que estas áreas abastecen a los acuíferos. Cabe destacar que existen acuíferos de agua dulce donde se han infiltrado aguas salinas en zonas costeras, o bien acuíferos contaminados de forma natural por exceso de fluoruro o arsénico en zonas del norte y



Fotografía: Leopoldo Gómez-Sandoval



zonas geotérmicas, respectivamente. En zonas industriales la contaminación por sustancias químicas de origen industrial y de la agricultura es muy común.

En la mayoría de las ocasiones **no se conoce con certeza dónde están las zonas de recarga o la geología del sustrato** (fallas, fracturas y distintos tipos de materiales permeables e impermeables), y los tomadores de decisiones están

prácticamente a ciegas cuando se requieren planificaciones del territorio. Es por ello que la **investigación científica aborda el tema para contribuir con información y herramientas para detectarlas** y enfrentar el gran problema que es la escasez de agua en México y el mundo. La mejor forma de cuidar los acuíferos y asegurar el abasto de agua para el futuro, es conservando las áreas de recarga de agua subterránea que se identifiquen.



Garduño-Monroy V., Giordano N., Olivera J., Madrigal V., Nateras A. y Salmerón J. (2014). Estudio hidrogeológico del sistema acuífero de Morelia, Michoacán, para una correcta planificación del territorio. *Urbanización, vulnerabilidad y riesgo*, 197-222. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/701/estudio.pdf>

Peñueña-Arevalo L. y Carrillo-Rivera J. (2013). Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: centro-sur de la Mesa Central, México. *Investigaciones Geográficas*,

Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 18-32. <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n81/n81a3.pdf>

Pérez-Villarreal J., Ávila-Olivera J. e Israde-Alcántara, I. (2018). Análisis de los sistemas de flujo en un acuífero perturbado por la extracción de aguas subterráneas. Caso zona Morelia-Capula, Michoacán. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 675-668. <http://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v70n3/1405-3322-bsgm-70-03-675.pdf>

ARTÍCULO

El pastoreo de cabras, ¿beneficia a los ecosistemas?

Lizeth Vázquez-Rocha y Daniel López-Aguirre



Imagen de Ulli Hansmann en Pixabay

Lizeth Vázquez-Rocha. Estudiante de Doctorado en Ciencias, Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

a2051050015@alumnos.uat.edu.mx

Daniel López-Aguirre. Profesor e Investigador, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

dlaguirre@docentes.uat.edu.mx

Una característica relevante de la **especie caprina** es que se encuentra **adaptada a sobrevivir y producir en gran variedad de ecosistemas**. A nivel mundial, la cría de cabras es una actividad ganadera que se desarrolla tradicionalmente por medio de una estructura familiar, en la cual los conocimientos de la actividad se heredan de generación en generación. Los sistemas mediante los cuales se produce la actividad caprina son el intensivo, el semi intensivo y el extensivo, este último es el más practicado debido a los bajos costos de producción.

México cuenta con 8.8 millones de cabras, las cuales se **distribuyen mayormente en regiones áridas y semiáridas**. Los estados que encabezan la producción caprina son Puebla y Oaxaca, seguidos por San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila, Guerrero, Michoacán, Guanajuato, Nuevo León, Jalisco, Durango y Tamaulipas. Los principales productos obtenidos de las cabras son leche (quesos y dulces), carne (cabrito y animal adulto), pieles y materia fecal (abono). **La demanda varía de acuerdo con la región:** en el norte es característico el consumo de cabrito, en el centro los quesos y dulces, mientras que en el sur la carne de animales adultos. La estacionalidad de los productos es una particularidad de los sistemas de pastoreo extensivo, ya que **la producción está relacionada con la disponibilidad de las especies vegetales** en los ecosistemas a través de las diferentes estaciones del año. La producción de cabras en comunidades con niveles considerables de pobreza, es una fuente sustancial de alimento e ingreso económico para las familias caprinocultoras.

Los ecosistemas como fuente de alimentación para las cabras

La alimentación de las cabras difiere de acuerdo con el sistema de producción. En el siste-

ma intensivo al ganado se le proporciona **forraje, concentrados y minerales** de calidad nutricional de acuerdo con etapa productiva o estado fisiológico. En el **sistema extensivo** la alimentación del ganado depende del **pastoreo en los ecosistemas naturales**, en ocasiones se complementa con cultivos de la región como el maíz. En el **sistema semi intensivo** la alimentación de las cabras es una **combinación de pastoreo y de complemento nutricional**. A diferencia del sistema intensivo y semi intensivo, el sistema de pastoreo extensivo presenta el menor costo de alimentación.

En el pastoreo, las cabras son guiadas por un pastor o pastora que generalmente son adultos de edad avanzada, en algunos casos los niños y jóvenes también colaboran. El ganado recorre diariamente largas distancias en busca de vegetación para completar sus requerimientos nutricionales. Este recorrido se realiza en las superficies ejidales de uso común, de las cuales también se alimentan otras especies ganaderas y silvestres. Las horas diarias recorridas dependen en gran medida de la época del año y del número total de animales en el rebaño. En temporada de lluvia la vegetación es abundante y la distancia recorrida es menor que el trayecto en temporada de sequía. Los rebaños más grandes superan en horas recorridas en el pastoreo





a los rebaños más pequeños. **El horario y tipo de pastoreo varía de acuerdo con la región**, generalmente este se realiza por la mañana, por la tarde o en ambos horarios. Por la noche los animales descansan en corrales rústicos ubicados cerca de las viviendas de los propietarios o en algún sitio alejado de la comunidad conocidos como majadas.

A diferencia de otras especies ganaderas como las vacas y las borregas, **las cabras están adaptadas anatómicamente y fisiológicamente a las características de la vegetación** presente en las regiones áridas y semiáridas. Estas vegetaciones son principalmente matorrales, las cuales, a pesar de crecer en ambientes adversos con limitadas lluvias, proporcionan alimento a las cabras. En comunidades con niveles elevados de pobreza, no se complementa la dieta de los animales en ninguna época del año, por lo que el pastoreo representa la única fuente de alimentación.

Como en todo sistema de producción **existen riesgos**, uno de estos se presenta **en la temporada de sequía que va de tres a cuatro meses** (febrero a junio), en los cuales la **vegetación es escasa y con bajo valor nutritivo**. Debido a lo anterior, las cabras no cubren en su totalidad los requerimientos nutri-

cionales, lo que ocasiona deficiencias reproductivas y productivas. En esta temporada se presentan casos elevados de abortos y mortalidad de ganado adulto. La baja o nula producción de carne y leche en este periodo crítico **afecta de manera significativa la economía** de las familias caprinocultoras. A pesar de esto, la producción de cabras representa una de las pocas actividades productivas rentables en este tipo de regiones.

¿Benefician las cabras a los ecosistemas naturales?

Los mamíferos silvestres de diferentes tamaños como venados, jabalíes, zorros entre otros, brindan servicios a los ecosistemas terrestres que habitan, uno de ellos es la **dispersión de semillas**; las especies ganaderas como las vacas, las ovejas y las cabras también contribuyen con esta dispersión. En los sistemas caprinos de **pastoreo extensivo** se recorren largas distancias, por lo que **la dispersión de semillas puede verse favorecida extensamente**. Sin embargo, las investigaciones con respecto a los beneficios que las especies ganaderas brindan a los ecosistemas, son reducidos y se relacionan en su mayoría con los daños ocasionados por el sobrepastoreo del ganado.

Las cabras en pastoreo se alimentan de gran variedad de vegetación como árboles, arbustos, hierbas y cactáceas con semillas. Al ser consumidas las semillas, un porcentaje considerable de estas no son dañadas en el proceso de masticación ni en el proceso digestivo, lo que se atribuye al tamaño y dureza de las mismas. **Al concluir el proceso de la digestión, las semillas son eliminadas en la materia fecal,** las cuales se incorporan al suelo para su posterior germinación. Algunas investigaciones señalan que el tránsito de las semillas pequeñas por el tracto gastrointestinal requiere de menos tiempo, lo que aumenta el porcentaje de germinación. Otros estudios indican que las semillas de mayor tamaño consumidas por las cabras muestran mayor porcentaje de germinación que las semillas pequeñas.

¿Qué retos enfrenta la interacción de las cabras en pastoreo y los ecosistemas terrestres?

Considerando la importancia económica y cultural de la producción de cabras en diversas comunidades rurales, así como la importancia de la conservación de los ecosistemas terrestres, **es indispensable establecer medidas sustentables.** La carga animal adecuada en conjunto con la implementación del pastoreo rotacional en las superficies ejidales de uso común, son medidas que favorecen la sustentabilidad de la ganadería caprina.



La identificación y evaluación nutrimental de las especies vegetales con mayor predilección de consumo es esencial en los sistemas de pastoreo ex-

tensivos. Al respecto, una alternativa es el **establecimiento de bancos forrajeros** con especies vegetales autóctonas que permitan la recuperación de los ecosistemas y que, a la vez, sean una fuente de alimento en temporada de sequía.

Es relevante conservar la vegetación de los ecosistemas **evitando la invasión de especies exóticas,** aprovechando la capacidad dispersora de las cabras de una manera sustentable. Aunque se ha comprobado que las cabras ejercen una función como dispersoras de semillas, se requiere investigar y documentar ampliamente el proceso digestivo de las semillas en las cabras, así como su efecto en la germinación, además de otros beneficios como el control de malezas.



Espinosa C.I., Reyes C. y Jara-Guerrero A. (2021). Las cabras como dispersores de semillas: aportes y limitaciones para la regeneración del bosque tropical estacionalmente seco de Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 557-572. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442021000200557&script=sci_arttext

Ortiz-Morales O., Arias-Margarito L., López-Ojeda J.C., Soriano-Robles R., Almaraz-Buendía I. y Ramírez-Briebesca E. (2021). Estudio descriptivo de la producción caprina tradicional en las regiones mixteca y valles

centrales de Oaxaca, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 8(2), 1-13. <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v8n2/2007-901X-era-8-02-e2840.pdf>

Sena F.H., Schulz, K., Cierjacks A., Falcão H.M., Lustosa B.M. y Almeida J.S. (2021). Las cabras fomentan la dispersión endozoocórica de especies exóticas en un ecosistema de bosque tropical estacionalmente seco. *Revista de Ambientes Áridos*, 188, 104473. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196321000392>

ARTÍCULO**Huracanes: Ventajas y desventajas**

Arcaeli Gabriela Andrade-Servín y Miguel Santoyo-Martínez



Imagen de Dimitris Vetsikas en Pixabay

Arcaeli Gabriela Andrade-Servín. Profesora de asignatura de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
arcaeli.andrade@umich.mx

Miguel Santoyo Martínez. Investigador independiente, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de México.
miguel.santoyo425@gmail.com

Los huracanes son **fenómenos atmosféricos naturales** que se forman por la **acumulación de tormentas eléctricas** que se desplazan sobre **aguas oceánicas cálidas**. Cuando el aire cálido de la tormenta y de la superficie oceánica se combinan, empiezan a elevarse en forma de remolinos, esto genera una baja presión en la superficie del océano, los vientos que circulan en direcciones opuestas hacen que la tormenta comience a girar. Inicialmente se forma lo que se conoce como tormenta tropical, la cual trae fuertes

vientos que alcanzan velocidades entre los 63 a los 118 kilómetros por hora (Km/h), así como abundante lluvia. Si esta tormenta aumenta su fuerza, haciendo que los vientos aumenten a velocidades sostenidas mayores de 119 Km/h, se considera un huracán. **El impacto de un huracán suele ser severo siempre que toca tierra;** para poder evaluar los peligros y la capacidad de destrucción de los huracanes, se creó la escala de Saffir-Simpson.

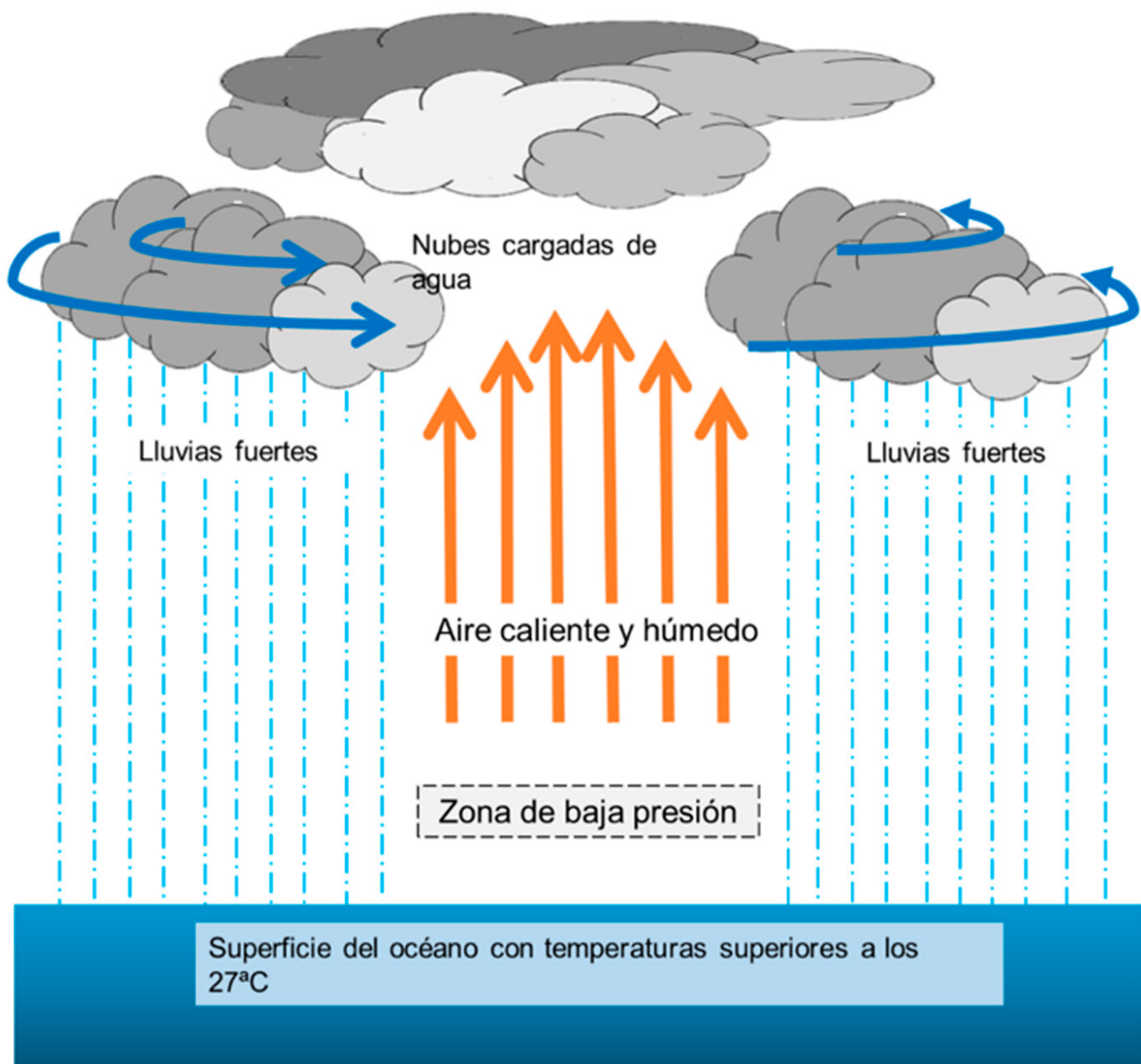
La escala de los huracanes es **de gran utilidad para conocer la intensidad con la cual un huracán puede ocasionar daños** materiales, permitiendo a su vez establecer las medidas de contingencia que se deben tomar para proteger a la población, por ejemplo, la posibilidad de desalojo por un posible riesgo. En el siguiente esquema te presentamos las diferentes categorías

o escalas de los huracanes, lo que depende de la fuerza de los vientos (Km/h), aunado al nivel de destrucción que estos ocasionan.

En este artículo te mostramos, aunque conocemos algunas de las desventajas de los huracanes, las ventajas que estos puedan tener en el o los sitios por donde pasan.

¿Tiene ventajas un huracán?

Las tormentas tropicales y los huracanes **tienen funciones ambientales claves**, sobre todo para los océanos. Ayudan a **evitar el blanqueamiento de los corales**, debido al estrés que estos sufren por el incremento de temperaturas en las aguas de los océanos, lo cual provoca que pierdan sus nutrientes y mueran. Al morir los corales, se genera un desequilibrio en el ecosiste-

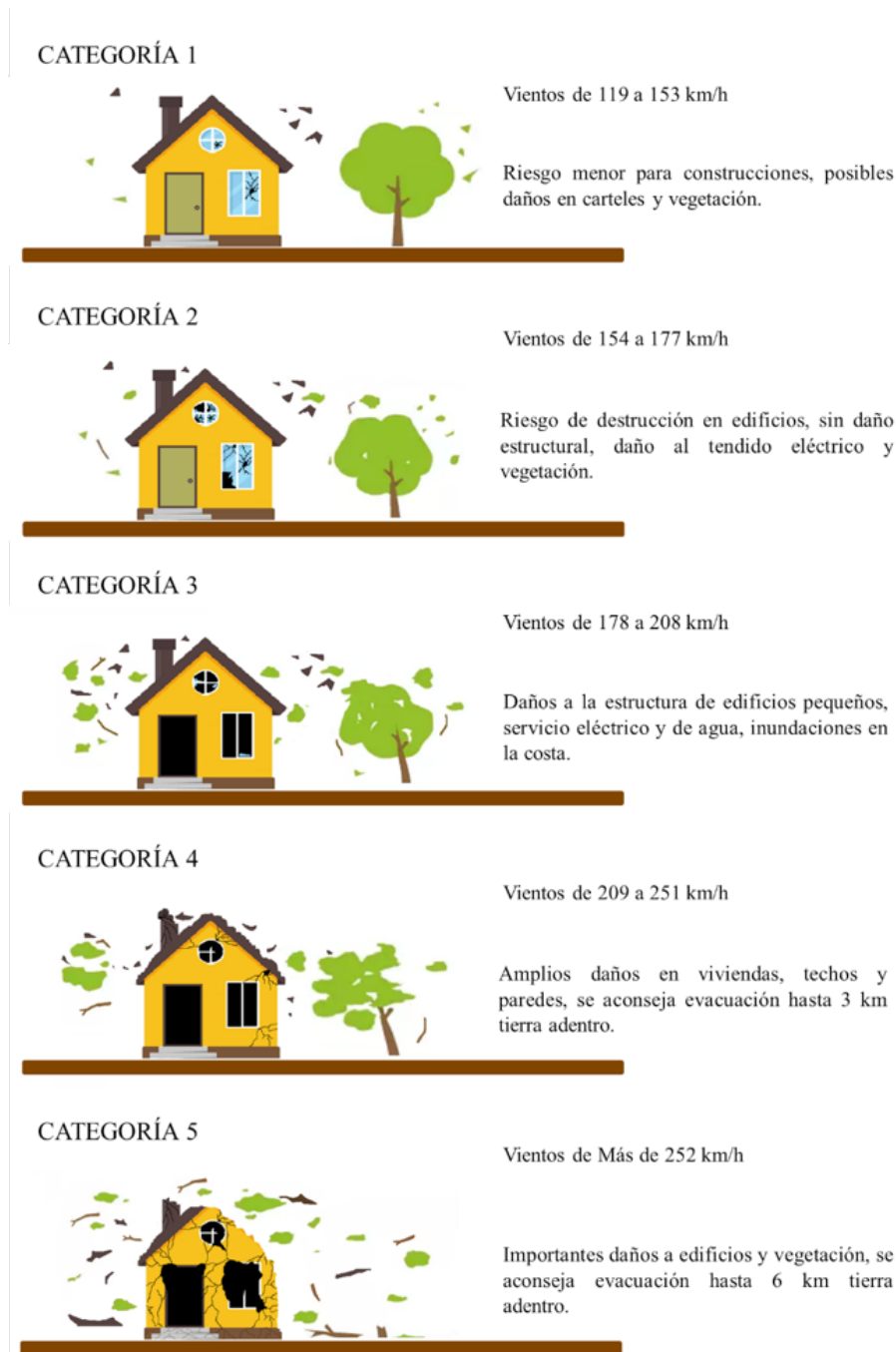


ma, ya que mueren con ellos cientos de especies marinas como las anguilas, peces, mantarrayas, tortugas, entre otras especies.

Las tormentas tropicales y los huracanes **son de gran beneficio en las zonas que permanecen bajo sequías la mayor parte del año**, por lo que el efecto de los huracanes puede evitar que se conviertan en zonas desérticas. También **ayudan a limpiar los ríos y arroyos** de la basura que produce el ser humano y que se acumulan en su caudal. Asimismo, **ayudan a limpiar y renovar las aguas subterráneas y estancadas** que se vuelven una fuente de reproducción animal como los insectos, los cuales juegan una función importante en la cadena alimenticia de otros organismos. Además, con ellos **se recargan los acuíferos**, fuente de agua para llenar las represas y arrastrar nutrientes en el mar a zonas que lo necesitan.

Asimismo, contribuyen a **derribar árboles enfermos** y permiten que proliferen nuevos individuos, facilitando la **regeneración vegetal** en las selvas y bosques. En las zonas agrícolas se aprovecha el periodo de lluvias para la **producción agrícola de temporal**, sembrando y recolectando leguminosas y frutos para su distribución, y para el consumo tanto en mercados como en supermercados.

Uno de los grandes beneficios a nivel global, es el **sistema de enfriamiento** derivado del calentamiento en los océanos por emisiones de contaminantes que generan un incremento en la temperatura, este sistema de enfriamiento en el planeta



Escala de los huracanes. Por Miguel Santoyo-Martínez.

ayuda a **regular la temperatura global** mediante la formación de tormentas tropicales y huracanes.

Desventajas de un huracán

Las desventajas de un huracán son las que más conocemos, ya que las tormentas tropicales y los huracanes representan amenazas o peligros latentes en poblaciones cercanas a las costas. Los efectos negativos son asociados a la estructura del huracán, como el viento y la lluvia, lo que aumenta la probabilidad de **afectación en viviendas, servicio eléctrico y de comunicación**, así como en las actividades económicas de la población afectada. Además de los efectos inmediatos, se ven afec-

taciones a mediano y largo plazo, por ejemplo, la destrucción de infraestructura como las carreteras, lo cual impide la llegada de alimento y medicina a los lugares afectados. Otro ejemplo es la reconstrucción de las viviendas afectadas, lo que puede llevar meses o incluso años.

Sin embargo, en la actualidad **existen mecanismos de alerta de la formación o llegada de un huracán a sitios poblados**, todo con el propósito de aminorar algunas de las desventajas de estos fenómenos naturales. Los modelos probabilísticos para el pronóstico anual de las tormentas, han permitido que los sistemas de alerta funcionen para propiciar la atención y prevención en áreas identificadas con mayor exposición hacia el interior de los centros urbanos.

Huracanes en México

Ante la amenaza de los desastres ocasionados por fenómenos naturales en las últimas dos décadas en México, se tiene evidencia que los huracanes (*Isidoro* en 2002, *Wilma* y *Emily* en 2005 y *Dean* en 2007) han sido devastadores, dejando daños ocasionados en infraestructura a la población, particularmente en el estado de Yucatán.

De acuerdo con el último documento de la serie Impactos Socioeconómicos de los Desastres

en México del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), **hay una tendencia hacia el aumento en la incidencia de los fenómenos hidrometeorológicos** y en la magnitud de los daños, y más aún si se consideran los riesgos debido al cambio climático.

Existe evidencia que **en México se presentan problemas de eventos meteorológicos extremos** por las temperaturas y precipitaciones máximas. Una gran parte del territorio mexicano ha padecido huracanes y olas de calor, así como efectos directos e indirectos por dichos fenómenos. A menudo experimenta el impacto de tormentas tropicales y huracanes que se originan tanto en el Océano Atlántico como en el Pacífico.

Dentro de los registros de los huracanes más devastadores de México se tiene a *Gilberto*, en septiembre de 1988, el cual ocasionó severos daños en Quintana Roo. Alcanzó vientos sostenidos de 296 km/h, dejando inundaciones, daños en playas de Cancún y pérdida de hectáreas de cultivo de frijol y maíz en el estado, ocasionando la muerte de 26 personas. Mientras que en Nuevo León este huracán generó vientos de hasta 285 km/h, dejando 56 víctimas mortales a su paso. Este huracán alcanzó la categoría 5. Entre ambos estados dejó cerca de 675 000 personas damnificadas y da-

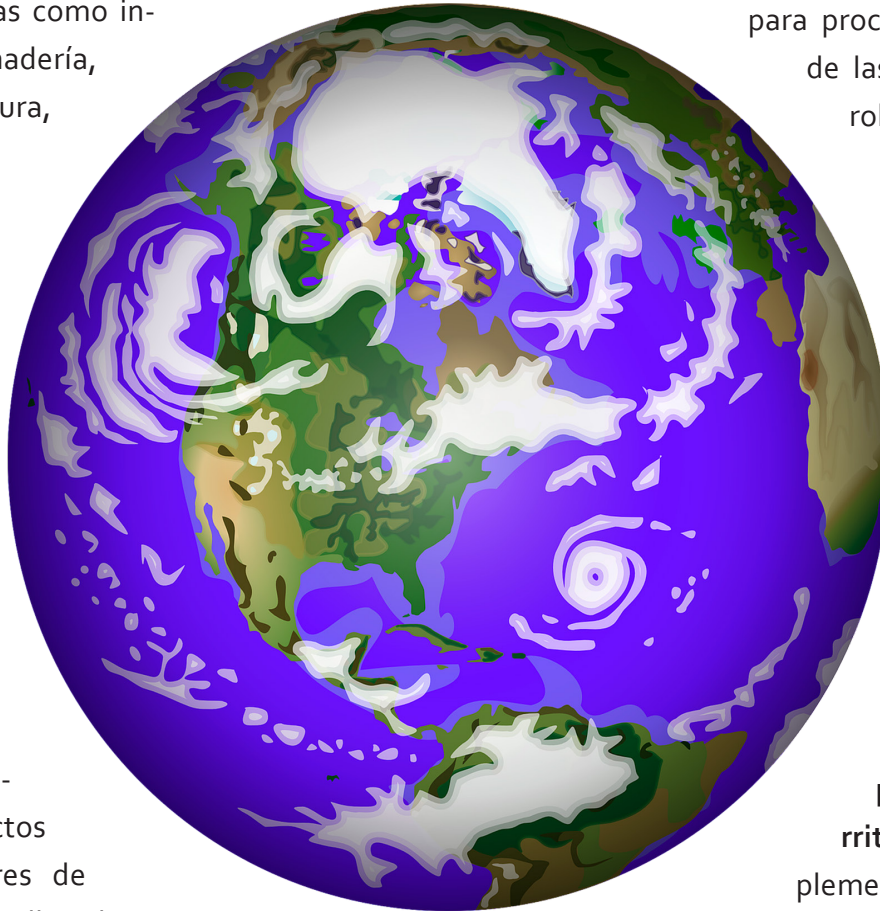


ños materiales superiores al billón de pesos, en áreas como infraestructura, ganadería, pesca y agricultura, entre otros.

La importancia de la toma de decisiones ante la llegada de un huracán

El análisis de los eventos meteorológicos es de utilidad para prevenir y/o mitigar dichos efectos por los tomadores de decisiones y, con ello, alertar a la población en periodos de temporada de huracanes.

Esta información es relevante a nivel regional o local para **prevenir a la población de daños por inundaciones**. También permite **planificar adecuadamente el crecimiento urbano** para evitar riesgos y afectaciones como consecuencia de la magnitud de los eventos hidrometeorológicos. El acceso a softwares para analizar los valores hidro-



meteorológicos es de gran utilidad para procesar miles de datos de las estaciones meteorológicas de las ciudades; asimismo, es importante optar por la resiliencia ambiental para mitigar riesgos a mediano y largo plazo, **realizar divulgación de estudios enfocados a la variabilidad climática en la planificación del territorio**, así como implementar **programas de reforestación** para reducir el incremento de la temperatura y prevenir y/o mitigar riesgos en la población ante los eventos extremos meteorológicos.

Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, como las olas de calor, huracanes e inundaciones, son una expresión de la variabilidad climática. No resultará extraño entonces que a medida que se incrementen las temperaturas, como consecuencia del calentamiento global, los huracanes se vuelvan más numerosos y violentos.



Capurro L. (2002). Huracanes, tifones, baguíos, willy-willies y ciclones. *Revista del Centro de Investigación*, 5(19), 13-22. <https://revistasinvestigacion.lasalle.mx/index.php/recein/article/view/321>

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2009. Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República mexicana en el año 2008. SINAPROC, México, D.F. [\[mx%2Fwork%2Fmodels%2FProteccionCivil%2FResource%2F375%2F1%2Fimages%2Fno_g.pdf&usg=AOvVaw2evpaNPfx9e2Qd5P6Ajc-V\]\(https://www.proteccioncivil.gob.mx%2Fwork%2Fmodels%2FProteccionCivil%2FResource%2F375%2F1%2Fimages%2Fno_g.pdf&usg=AOvVaw2evpaNPfx9e2Qd5P6Ajc-V\)](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi-ZhsLw1_r7AhUpMoQIHyoVCWQQFnoECAoQA-Q&url=http%3A%2F%2Fwww.proteccioncivil.gob.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Cerón M. y Barroso F. (2011). Prevención de desastres ante el impacto de huracanes en los municipios costeros de México. El caso del litoral de Yucatán. Ponencia. XXIII. Congreso Latinoamericano de Estrategia. https://www.academia.edu/26717635/Prevenci%C3%B3n_de_desastres_ante_el_impacto_de_huracanes_en_los_municipios_costeros_de_M%C3%A9xico_El_caso_del_litoral_de_Yucat%C3%A1n

ARTÍCULO

Pequeños productores de alimentos: Vinculación a los mercados formales

Adriana Garza-Sota



Adriana Garza-Sota. Estudiante de la Maestría de Comunicación Integral y Transformación Social del CICA (Centro de Investigación para la Comunicación Aplicada) de la Facultad de Comunicación de la Universidad Anáhuac México. adriana.garzaso@anahuac.mx

El sistema alimentario hoy en día está preocupado por producir y por tener disponible alimentos sanos para consumo humano. En México, son los **pequeños productores agrícolas** los encargados de esta tarea, quienes representan dos de cada tres agricultores, cultivan en parcelas de hasta cinco hectáreas y **producen el 40 % de los alimentos consumidos.**

A pesar de ser un actor importante por los volúmenes que producen, los pequeños productores se enfrentan a malas prácticas comerciales, por

no tener acceso a mercados formales e inclusivos, a capital para sustentar una cadena de valor agrícola sostenible y al no contar con herramientas comerciales para enfrentarse a los «coyotes» o intermediarios informales que ocasionan que la venta de su producción sea inestable y azarosa, **aun cuando su producción puede ser de buena calidad.**

La mayoría de los pequeños productores y sus familias **viven en la pobreza**, sus necesidades son diversas y complejas debido a la fragmentación de los mercados, al acceso limitado a la financiación, a los conocimientos técnicos y a la falta de desarrollo tecnológico. Estas necesidades no son exclusivas de México, **hay tres mil millones de personas que viven en 500 millones de pequeñas explotaciones agrícolas en todo el mundo**, que en su mayoría viven en pobreza extrema.

La mayor parte de la población pobre del mundo vive en zonas rurales. Para estas personas, la agricultura es una importante fuente de empleo e ingresos, así como de alimentos.

Asegurar un sistema y seguridad alimentaria

En la visión de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), un sistema alimentario es la suma de los diversos elementos, actividades y actores como población, medio ambiente, recursos, procesos, instituciones e infraestructuras, que mediante sus interrelaciones, hacen posible la producción, la transformación, la distribución, la preparación y el consumo de alimentos, además de los resultados de estas actividades en la nutrición y en el estado de la salud, el crecimiento socioeconómico, la equidad y la sostenibilidad ambiental. **Un sistema alimentario sostenible es aquel que garantiza la seguridad alimentaria y la nutrición para todos por igual.**

El sistema alimentario mundial ha ido perdiendo eficiencia con relación a su objetivo principal, que es suministrar alimentos nutritivos de forma sostenible. Se debe mejorar el acceso a alimentos más saludables y variados, también convencer a los consumidores de que adopten mejores opciones alimentarias, así como garantizar la seguridad alimentaria. Para aumentar la demanda de alimentos más saludables que puedan producirse





https://pixabay.com/es/photos/search/alimentos%20campo/?manual_search=1

de forma sostenible, los consumidores deben disponer de los medios y desear adquirir alimentos saludables. Se debe utilizar los mecanismos del mercado, ya que los **sistemas alimentarios y la oferta de alimentos responden a la demanda.**

Desarrollar una cadena de valor sostenible y a largo plazo

Tradicionalmente, la cadena de valor se divide en dos actividades, con la finalidad de incrementar la rentabilidad de la empresa, esto es a través de las actividades primarias y las actividades de apoyo o soporte.

- **Actividades primarias:** Son aquellas dedicadas al desarrollo del producto o servicio que genera ventaja competitiva a la empresa, aportando más valor a los clientes que a los competidores. Por ejemplo, las actividades primarias serían las actividades comerciales, de marketing o de atención al cliente, ya que su desarrollo tiene una consecuencia directa en el valor propuesto.
- **Actividades de soporte:** Son aquellas necesarias para el correcto funcionamiento de la em-

presa, no aportan valor a nivel directo, pero aumentan y refuerzan las actividades primarias. Las actividades de apoyo serían, por ejemplo, las que realiza el departamento de recursos humanos, encargándose de reclutar talento, el departamento administrativo o la tecnología en la que se apoyan las actividades primarias.

Los pequeños productores agrícolas son actores que **trabajan de forma desorganizada y tradicional;** dependen en gran parte de las lluvias, condiciones climatológicas y mano de obra no asalariada. **Su cadena de valor es deficiente** al no contar con capacidades integrales de mejores prácticas agrícolas y empresariales para acceder a mercados formales, como los supermercados, las agroindustriales y las exportaciones que, por sus grandes volúmenes, son atractivos para cualquier productor. Los **intermediarios reúnen los volúmenes necesarios y realizan la labor comercial** para vender los productos a los mercados formales, generando muchas veces prácticas informales y **pagos injustos,** lo que hace que el margen lo absorba el intermediario y no los pequeños productores.

Incluir a mujeres en la cadena de valor agrícola

Las agricultoras son 20-30 menos productivas que los hombres, pero no porque administren menos eficientemente sus propiedades agrícolas o porque trabajen menos. La razón principal de esta brecha en el desempeño de hombres y mujeres, es que **los hombres tienen mejor acceso a recursos que están menos disponibles para las agricultoras femeninas**, como la distribución de la tierra o de los predios, la capacitación e información de conocimientos, financiamiento y desarrollo tecnológico, entre otros. Si las mujeres tuvieran igual acceso a los recursos y servicios agrícolas que los hombres, se producirían más alimentos y las familias gozarían de mejor salud, nutrición y educación, se mejoraría en gran medida la seguridad alimentaria y las sociedades se enriquecerían y no solo en términos económicos. Para la inclusión de mujeres en la cadena de valor dentro de la organización, **se deben crear estrategias de desarrollo en práctica empresarial** con la finalidad de que no solo laboren en el campo, sino también en la toma de decisiones en áreas de recursos humanos, administrativas y/o de distribución y logística, así como de políticas de remuneración cuando lo establezca la organización, tanto para mujeres como para hombres por igual.

Crear mecanismos para acceso a capital o financiamiento

El ingreso de los pequeños productores agrícolas a la cadena de valor, requiere de una **inversión para la compra de infraestructura**, como sistemas de riego, almacenamiento en frío e invernaderos,

esto con el objetivo de que sean igual de competitivos, eficiente y que ofrezcan la cantidad y calidad del producto que su competencia—los grandes productores— entregan a los mercados. Además, requieren **capital o financiamiento para capacitación técnica especializada**, que si bien han nacido en el campo, sus prácticas agrícolas son tradicionales y no alcanzan a generar productividad en sus cosechas y/o para obtener certificaciones que los mercados internacionales requieren.

La falta de inclusión a capital, de capacitación en las actividades primarias y de apoyo de soporte, hace que los pequeños productores agrícolas no hagan frente a las demandas de los mercados formales.

Para aumentar la competitividad, la colaboración de los pequeños productores que tengan la misma finalidad común en su comunidad, hará frente a los retos comerciales con los mercados formales. La creación de una **Sociedad de Producción Rural o una Cooperativa**, hace que tengan un intercambio de ideas para resolver problemas, establecer contacto con compradores potenciales, objetivos, métricas alcanzables y, principalmente, obtener los volúmenes para captar el capital necesario para acceder a los mercados formales que permita a los productores **crear relaciones comerciales a largo plazo**, al planear y administrar sus cosechas de manera sostenible, al entregar un producto de calidad y en cantidad. Se formulan recomendaciones para equilibrar las relaciones de poder dentro de la cadena de valor y ayudan a crear, con la participación de diversos actores de la cadena, nuevas reglas, e incluso una nueva forma de gobernanza.



FAO. (2017). Guía para el desarrollo de mercados de productores. Obtenido del Proyecto «Creación de Cadenas Cortas Agroalimentarias en la Ciudad de México». <https://www.fao.org/3/i8096s/i8096s.pdf>

FAO. (2019). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de Progresos en la Lucha con-

tra la Pérdida y el Desperdicio de Alimentos. <https://www.fao.org/3/ca603oes/ca603oes.pdf>

McKinsey Global Institute. (1 de March de 2014). A tale of two Mexicos: Growth and prosperity in a two-speed economy. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/americas/a-tale-of-two-mexicos>

TECNOLOGÍA

¿Necesitas una prótesis? Realízala tú mismo y recicla

Julián Manuel Valero-González y Vanessa Sanz-López



<https://pixabay.com/es/photos/ingeniero-ingenier%c3%ada-pr%c3%b3tesis-4904907/>

Julián Manuel Valero-González. Doctorando en Ciencias de la Salud y del Deporte, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza. Postgrado en Dirección de Centros y Urgencias en Psiquiatría.

432140@unizar.es

Vanessa Sanz-López. Doctorando en Ciencias de la Salud y del Deporte, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza. Postgrado en Dirección de Centros.

432123@unizar.es

En la actualidad, las prótesis **son difíciles de conseguir** debido al sistema sanitario de cada país y sus normativas; asimismo, cuando realmente son efectivas, **el costo que tienen es excesivo**. Pero, ¿y si te la puedes confeccionar tú mismo? o ¿un familiar o amigos? Hacerlas a partir de materiales reciclados de uso diario y con un bajo costo, es la propuesta que te lanzamos, ¿te atreves?

Necesidad de prótesis

La pérdida de uno o varios miembros conlleva a limitaciones funcionales impidiendo, en muchas ocasiones, llevar una vida autónoma y participar en

el desempeño cotidiano. En estos casos, **el uso de prótesis puede reducir la necesidad de cuidados**, apoyos y/o tratamientos. Si no se puede acceder a dicha prestación (uso de una prótesis adaptada), las personas que las necesitan quedan excluidas y aisladas, incrementándose la morbilidad y la discapacidad.

Es evidente la necesidad de **crear servicios ortoprotésicos**, pero ello depende de las **políticas y de los planes nacionales específicos**, los cuales se deben elaborar a partir de la comprensión de lo que implica la limitación que supone la ausencia de funcionalidad, así como **dotar de los fondos necesarios** para atender a los grupos con riesgo, en conflictos bélicos, con rentas bajas, etc., puesto que actualmente encontramos multitud de personas sin recursos para adquirir una prótesis, las cuales, como mencionamos, tienen un costo muy elevado.

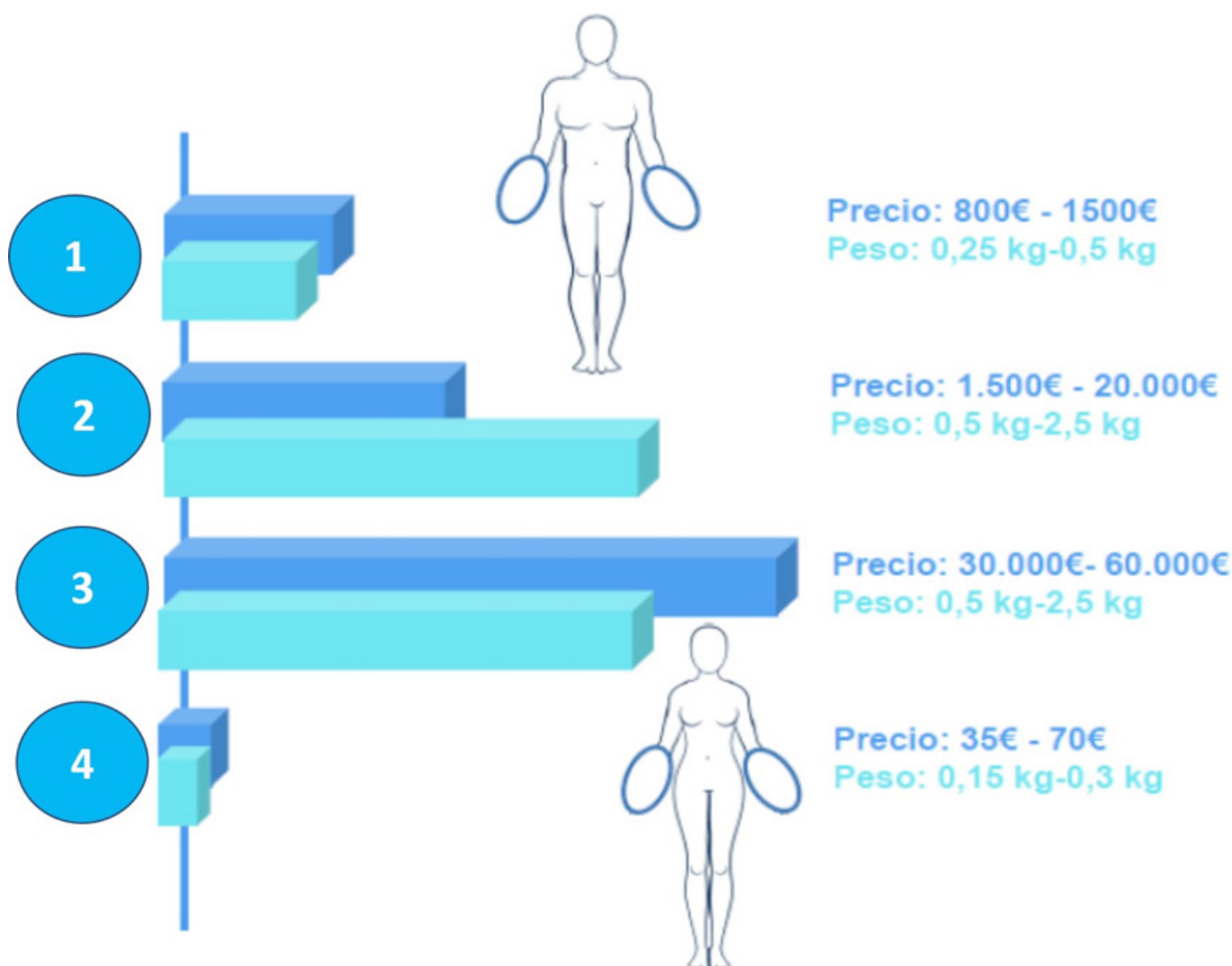
En este artículo se procura una **alternativa** que cualquier persona puede realizar de manera **fácil, asequible, ecológica y con un precio ínfimo**, para que de manera temporal, e incluso de manera continuada, quien lo necesite pueda proveerse de

los artefactos necesarios para cubrir su necesidad funcional. Además, ante el presente descuido ecológico, se articula la reutilización y/o reciclado de materiales, colaborando así con la conservación del tan magullado medio ambiente.

Mejorando la calidad de vida

Terapia Ocupacional es el nombre de la disciplina desde la cual se realizó el proyecto. Esta encarna el **concepto de bienestar biopsicosocial que define la salud**, enraizando en su habilidad diaria el fomento de la salud y de la intervención en individuos, en poblaciones, en organizaciones y en instituciones, mediante el compromiso con la ocupación. La labor profesional analiza exhaustivamente herramientas, implementándolas en función de objetivos concretos. Dicho de otro modo, **mejorar la calidad de vida de las personas con lo que tenemos «a mano»** (a falta de los elementos necesarios).

Pensando en la maravillosa y eficiente «máquina» que resulta ser el cuerpo humano, más aún cuando se la relación con el entorno, se debe resal-



Precios de prótesis (en Euros).



tar la tremenda funcionalidad que proporcionan las manos, pues otorgan acciones esenciales para la supervivencia física en el movimiento, la sociabilidad, la relación, el arte y el aprendizaje. En este sentido, su pérdida conlleva a una **experiencia traumática** que requerirá de un **largo y arduo tratamiento** que implica la **intervención de especialistas de todas las posibles áreas afectadas**: medicina, enfermería, terapia ocupacional, fisioterapia, psicología, trabajo social, técnicos ortopedas. A lo largo de todo este proceso, habrá que encontrar la prótesis más idónea, efectiva y funcional para cada caso. Dicho todo esto, ya **parece un recorrido caro y difícil**.

Por otra parte, con toda seguridad, muchas personas pensarán que una amputación no es algo que ocurre de manera diaria. Pues bien —y pese que es un área donde los datos nunca son exactos y difieren unos de otros—, la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que el **0.5 % de la población mundial necesita prótesis, ortesis y rehabilitación**, lo que supone entre 35 y 40 millones de personas.

Dado el incremento de la esperanza de vida, se establece que **en las próximas décadas la población con necesidades ortoprotésicas crecerá significativamente**, resultando como estimación de población afectada el 1 % mundial, es decir, entre 70 y 80 millones de personas. De estas cifras, de acuerdo a la Encuesta Mundial de Salud de 2004, alrededor de 30 millones de personas residen en países con recursos limitados.

Tipos y precios de prótesis

Es cierto que en nuestros días se pueden encontrar en el mercado multitud de tipos de prótesis, desde las fabricadas con **técnicas de impresión 3D**, las **mecánicas** que son las de menor costo, has-

ta las **mioeléctricas y robóticas** que llegan a costar más de un millón de pesos (30 000-60 000 €). De hecho, las de impresión 3D nacieron para ayudar a personas sin recursos. Hoy se pueden encontrar iniciativas como **Ayúdame 3D** (<https://ayudame3d.org/>), la cual nació mediante un proceso de crowdfunding, con el objetivo de distribuir prótesis de manera gratuita a personas necesitadas, o **E-Nable** (<http://enablingthefuture.org/>) de Estados Unidos de América, una organización no gubernamental internacional que ha facilitado más de mil quinientas manos artificiales. El problema es su dificultad de movimientos y acceder en tiempo.

Ante la situación percibida y contrastada, se pensó en dar respuesta y solución a la necesidad de las personas que requieren de una prótesis. Es así como se **elaboraron de manera artesanal prototipos protésicos temporales a bajo coste y funcionales de miembro superior**, con la finalidad de que las personas puedan continuar realizando las actividades de la vida diaria, tales como comer, peinarse, afeitarse, lavarse los dientes, usar el teléfono móvil y escribir.

Una de las premisas del proyecto es que se puedan confeccionar de manera fácil y rápida, a la vez que se utilicen **materiales reciclados para su elaboración**.

Así pues, partiendo desde la Terapia Ocupacional (integrando personal de Psicología), y teniendo en cuenta previamente que el muñón debe estar sano y estable o en condiciones, con su forma, sin edema y heridas quirúrgicas cerradas, y una vez estudiada la medida del diámetro del muñón, así como las necesidades personales (hábitos), se procedió a sistematizar cada uno de los pasos para su elaboración, los cuales son accesible a cualquier persona.

¡Haz tu propia prótesis!

1. Realización

Para realizar la primera propuesta de prototipo protésico, se necesitarán los siguientes elementos: botellas de plástico reciclado, cúter, tijera, alicate, aguja, metro, transportador de ángulos y guantes, todo ello para llevar a cabo los cortes, aportar ángulos funcionales y tener la seguridad adecuada. Luego se seleccionan los útiles que se quieren colocar en la prótesis para realizar las actividades diarias, tales como cubiertos (tenedor, cuchillo, cuchara sopera y cucharilla), herramientas de aseo personal (peine o cepillo, maquinilla de afeitar, cepillo de dientes, etc.), así como otros elementos para realizar otras funciones (móvil, bolígrafo o lapicero, etc.).

Por otra parte, y para obtener una función más estética, se realiza la segunda propuesta: un **prototipo de mano funcional**, pudiendo **aparentar que no existe ausencia de la original**. Para su elaboración se necesitarán los siguientes elementos reciclados y no reciclados (variables): botella de plástico, alambre, esparadrapo, papel de burbujas o corcho o poliestirén, etc., y de manera opcional guantes.

2. Procedimiento

Paso 1. Se coge una botella (según diámetro muñón-modelo) y, tras colocarse el guante de seguridad en la mano que fija la botella, se cortará por la zona final o fondo.

Paso 2. Se corta en la parte inferior de la botella un semicírculo de manera que, si fuera el caso, no molestara al flexionar el codo (según medidas de la persona y de la botella).

Paso 3. Se procede a seccionar en la parte superior, en la zona del tapón, con tamaño acorde al utensilio a fijar (entre 1-2 cm) con el cúter.

Paso 4. Con el transportador de ángulos se medirá de forma que haya una inclinación aproximadamente de 35°. Se realiza para poder, una vez realizado y en uso, acceder mejor a la boca, el pelo, etc.

Paso 5. Establecido el ángulo, localizamos el punto en la botella y realizamos con el cúter otra sección similar a la anterior en el lado contrario. Así queda fijado mecánicamente por dos puntos y la introducción de cualquier útil no entorpecerá ni molestará al muñón.

Una vez elaborado, vamos colocando los útiles para la actividad que se desea realizar (alimentación, aseo, ocio, etc.), tal y como se aprecia en las siguientes imágenes.

Prótesis de mano

Como les comentamos, vamos a realizar también algo parecido a una mano estética para evitar las miradas de los extraños. ¡Pues vamos a ello!

Paso 1. Tomaremos alambre con un tamaño aproximado al de la mano de la persona, tamaño del que se eliminará el 20 % del volumen, dado que se envolverá por completo.

Paso 2. Con un alicate realizaremos la forma de una mano, pudiendo apoyarse como modelo en la propia (izquierda/derecha), aplicando dos vueltas para que tenga más firmeza, hasta tener conformada toda la mano.





Paso 3. Posteriormente, se cierran los bordes del alambre que previamente se han dejado más largos para un mejor manejo.

Paso 4. Ahora se selecciona el material a situar en el centro de la mano, dado que ha quedado un hueco. Este puede ser corcho, poliespán o plásticos reciclados para aportarles mayor vida útil hasta que se degraden.

Paso 5. Se rellena el hueco existente entre la mano de alambre, se fija y cubre con esparadrapo.

Paso 6. Se puede usar papel de embalaje (papel de burbujas) u otro reciclado. Se recortan 16 tiras de entre 1 y 2 cm y se colocan rodeando los dedos, a modo de falanges. Posteriormente, se cubre con esparadrapo, lo que le da una flexibilidad y almohadillado relativamente blando, semejante al de la mano humana. Continuaremos hasta que quede completamente revestida de esparadrapo.

Paso 7. A continuación, procedemos a darle estabilidad y fortaleza con otro revestimiento de esparadrapo, pero aquí será de tela con un color

marrón o carnosos, lo que le dará un aspecto aproximado a una mano y con posibilidad de colocarla en distintas posiciones.

Paso 8. Se une a la botella original, realizando un agujero en la parte superior o tapón, y fijándola con otro orificio al lateral de la botella original.

Una vez realizados todos los prototipos protésicos, se podrá dotarlos de un color semejante a la piel de la persona, realizar tatuajes o dibujos, como más le guste al destinatario. Resultando (ejemplos):

Todo el proceso de realización no lleva más de 10 minutos. Lo que más costará en tiempo, es el pintado de color o tatuajes, pero básicamente por los tiempos de secado. En cuanto a la adaptación de la persona al prototipo protésico, no hay ningún problema.

En conclusión, podemos decir que **es posible realizar artesanalmente prototipos protésicos** temporales reciclados funcionales, siendo muy válido para la población en general (universal) y en casos de dificultad de recursos y funcionalidad mermada. Asimismo, resultan útiles para aquellas personas que se encuentran en espera de sus prótesis definitivas para que no dejen de realizar sus actividades.



ADAMPI. (2006). Sobre amputaciones: Las estadísticas de las amputaciones en España. <http://www.adampivalencia.com/sobre-amputaciones/>

Organización Mundial de la Salud, OMS. (2017). Normas para prótesis y órtesis. Parte 1. Estándares. Organización Mundial de la Salud: <https://apps.who.int/iris/bits->

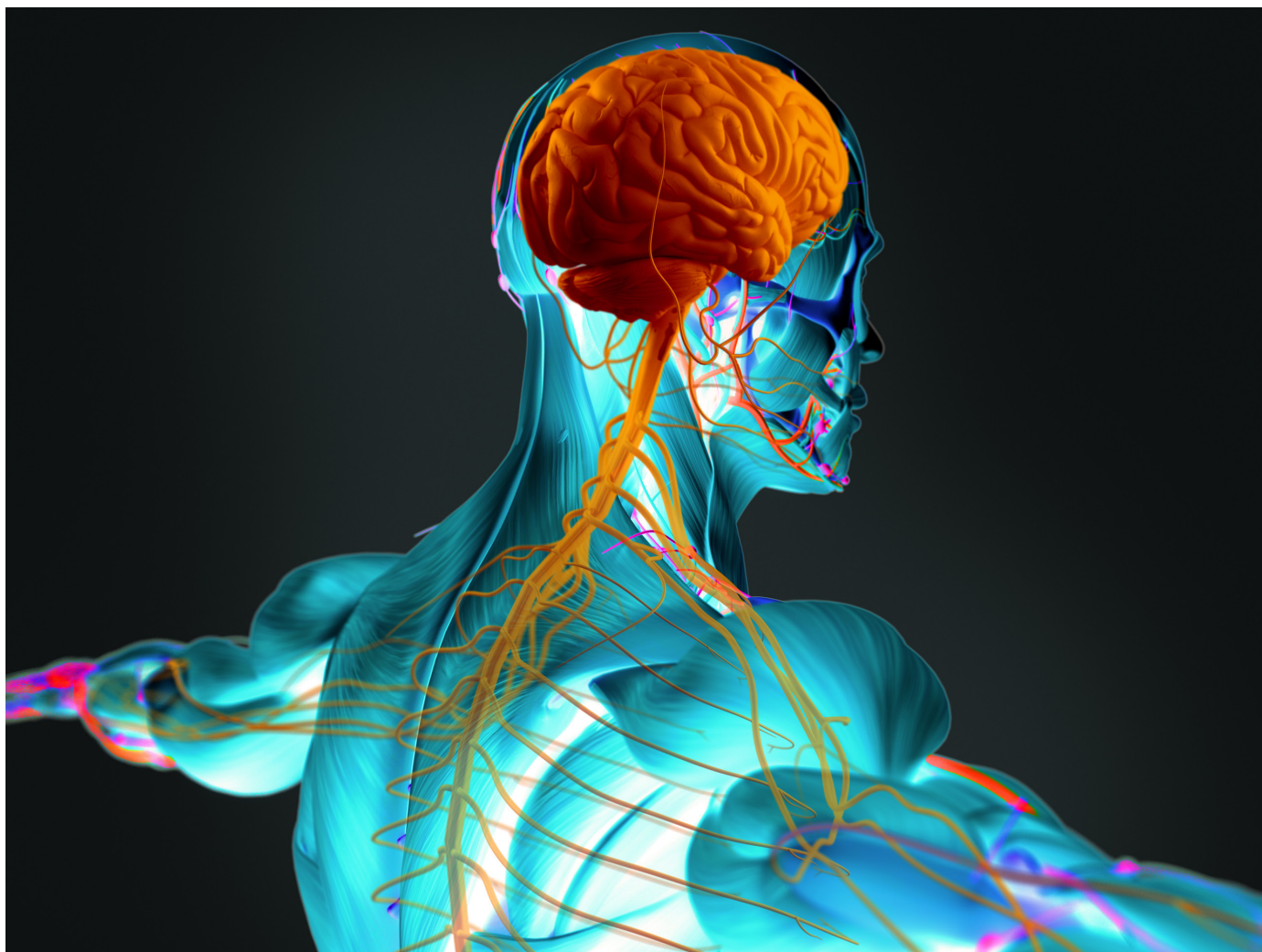
[tream/handle/10665/259209/9789241512480-part2-eng.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.researchgate.net/publication/338111111)

Valero-González J.M. (2020). Sistematización de prótesis recicladas [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/98558/files/TAZ-TFM-2020-874.pdf>

UNA PROBADA DE CIENCIA

El verdadero creador de todo

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

Este título parece el inicio de una homilía de cualquier iglesia del mundo. Por supuesto, la mayoría de las visiones religiosas del mundo, asumen que este inicio ocurrió en algún momento y que fue resultado de alguna voluntad. No es motivo de esta reseña entrar en esta discusión, pero estarán de acuerdo conmigo en que son preguntas muy interesantes: ¿Quién creó todo? ¿Cómo se inició todo? Y por «todo» me refiero al universo, a la naturaleza y a nosotros mismos.

Estaremos de acuerdo en que los humanos percibimos el mundo (lo que nos rodea) a través de nuestros sentidos, es decir, que son los sistemas sensoriales los que nos permiten recopilar información del entorno que nos rodea. Los cinco sentidos principales son la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto. Además, poseemos otros sistemas sensoriales que nos permiten percibir y controlar el movimiento de las partes de nuestro propio cuerpo (propiocepción), el equilibrio, la noción del «arriba y abajo», el dolor (nocicepción), entre otros.

Pero, ¿cómo se integran esas señales para crear imágenes y nociones muy complejas del mundo, a través de simples señales electroquímicas, lu-

minosas, químicas, entre otras, para construir una representación consciente del mundo que nos rodea? Esta representación puede estar influenciada, adicionalmente, por factores como nuestras experiencias previas, nuestras expectativas y nuestras emociones, lo que hace que la percepción sea un fenómeno individual y subjetivo.

El renombrado neurocientífico Miguel Nicolelis, uno de los más prestigiosos estudiosos del cerebro en el mundo actual, y profesor emérito de Neurociencia en la Facultad de Medicina de la Universidad Duke, además de ser el fundador del Centro para la Neuroingeniería de esta misma institución, presenta en la obra *El verdadero creador*

de todo (Paidós, 2022), una nueva y revolucionaria teoría. Con ella, pretende explicar cómo el cerebro humano evolucionó para convertirse en un ordenador orgánico sin rival en el universo conocido.

En este libro, propone mostrarnos cómo el cerebro humano, nuestro cerebro, da forma a nuestra noción del universo, del mundo que nos rodea y de nosotros mismos. Nicolelis nos invita a una aventura que comienza con el origen y evolución del cerebro humano.

Recuerdo mucho una frase de Jean Rostand (1894-1977), un destacado biólogo, escritor, filósofo y divulgador francés que en su libro *El hombre y la vida: Pensamientos de un biólogo* (FCE, 1960), decía: «De cierto linaje animal, que no parecía en lo absoluto elegido para un destino tal, surgió un día la bestia humana que habría de inventar el cálculo integral y soñar con la justicia». Esta

MIGUEL NICOLELIS

El verdadero creador de todo



Cómo el cerebro humano da forma a nuestro universo

PAIDÓS



frase me impactó, y no solo a mí. El origen del cerebro humano y de la conciencia, sigue siendo una de las grandes fronteras del conocimiento.

En este libro, el autor propone tres propiedades del cerebro que posibilitan su enorme poder para nosotros crear el universo: primero, su insuperable maleabilidad y plasticidad para adaptarse y aprender, lo cual tiene que ver con fenómenos como el alargamiento de la infancia humana; segundo, una exquisita capacidad para permitir que múltiples individuos sincronicen sus mentes en relación a una tarea, un objetivo o una creencia, es decir, la posibilidad de convertir cualquier aprendizaje en una experiencia cultural y colectiva a través del lenguaje, de las diferentes formas de comunicación y de la sociabilidad; tercero, su incomparable capacidad de abstracción, que ciertamente generó las matemáticas y la física, pero también el arte y la construcción, en el propio cerebro, de grandes obras, antes de que estas existieran físicamente, es decir, la capacidad de imaginar el mundo y luego construirlo.

Para comprender al cerebro, se combinan los conocimientos de diversos campos, como la neurociencia, las matemáticas, la teoría de la evolución, la informática, la física, la historia, el arte y la filosofía.

Así, Nicoletti presenta con este libro un manifiesto de base neurobiológica para exaltar el carácter único de la mente humana y su función como creador de nuestro cerebro, y un cuento con moraleja sobre las amenazas que la tecnología plantea a las generaciones presentes y futuras.

Un libro indispensable para todos los que nos dedicamos a cualquier aspecto de la educación, de la ciencia y de la cultura, narrado con pasión y sencillez, logrando sintetizar en pocas páginas, años de investigaciones complejas y sofisticadas, y presentándonos una idea muy coherente de lo que somos y por qué somos lo que somos a través de un solo órgano.

Seguro que Rostand estaría complacido.



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Por qué estornudamos?

Rocío del Carmen Montoya-Pérez y Christian Cortés-Rojo



Rocío del Carmen Montoya-Pérez. Profesora e Investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

rocio.montoya@umich.mx

Christian Cortés Rojo. Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

christian.cortes@umich.mx

El cuerpo de los animales es un conjunto de muy complejas reacciones al ambiente que, al parecer, se desarrollan de manera simple y cotidiana; sin embargo, una vez que analizamos lo complejas que pueden llegar a ser, tendríamos que cambiar de opinión. Algunas de esas respuestas son los estornudos, los cuales representan una gran cantidad de activación del cuerpo y pueden tener orígenes muy diferentes. He aquí la descripción de lo que son los estornudos, sus causas y algunos de sus tratamientos.

¿Qué es un estornudo?

El estornudo es un evento fisiológico que podríamos ver como simple y común, pero para nada lo es. Este **involucra una gran cantidad de reflejos** y, por lo tanto, una **gran activación del sistema nervioso, respiratorio y digestivo**.

Durante mucho tiempo se ha documentado que la función principal de este proceso es hacer que salga de las vías respiratorias altas algún agente extraño, como una forma de defensa; no obstante, por la cantidad de la activación neuromotora, se sabe que está relacionado con procesos mucho más complejos. Inclusive, **se ha descartado completamente que mediante un estornudo se pueda sacar algún agente extraño de la nariz**, puesto que durante este proceso la nariz permanece cerrada y la boca abierta (unión nasofaríngea), desarrollo que se explica a continuación.

Un estornudo es la **elevación de la presión de aire en la faringe**, seguido de **secreción de fluido nasal** que diluye, disuelve o suspende el material irritante en la vía respiratoria alta, de tal manera que esto evita que entre en los pulmones. El líquido no se expulsa, sino que se filtra gradualmente o es tragado. Se dice que **la secreción nasal es causada precisamente por el aumento de la presión**,

ya que esto excita los nervios palatinos que se encuentran en el techo de la boca y cuyas extensiones llegan hasta la cavidad nasal, activando así las glándulas de la nariz. Por lo tanto, es más probable que el agente extraño salga a través del fluido secretado que por el aire expelido. Aunque esto no quiere decir que el proceso *per se*, no sea causado por el agente extraño.

Cabe señalar que cuando se bloquea la expiración, generalmente se provoca secreción de lágrimas, como sucede con un estornudo, esto se debe también a las ramas de los nervios palatinos, las cuales se extienden hasta llegar a los nervios de los lagrimales. Estos nervios contienen fibras nerviosas eferentes (motoras) y aferentes (sensoriales), lo que hace que **como reflejo se utilice una gran cantidad de músculos de la cara y pectorales y caja torácica**. Durante el estornudo, además se presenta una contracción muy sincrónica en el abdomen, donde además se utilizan los músculos intercostales internos. Así pues, el nivel de activación de todo el cuerpo es enorme, gracias a lo cual se han hecho estimaciones en cuanto a la velocidad de un estornudo, la cual oscila entre 150 y 1045 km/h (casi el 85 % de la velocidad del sonido).





Otras causas del estornudo

Hasta el momento hemos hablado de agentes extraños que causan los estornudos, pero se han documentado otros fenómenos que no tienen que ver con esto. **Pueden ser varias las causas de los estornudos:** la luz brillante o el reflejo del sol, un estómago particularmente lleno, excitación sexual o tener orgasmos, estimulantes físicos del nervio trigémino (tirar del cabello, arrancar las cejas, inyecciones administradas con frecuencia durante cirugía ocular con anestesia local), e inclusive como consecuencia de patologías del sistema nervioso central como la epilepsia o el síndrome de la arteria cerebelosa inferior posterior (síndrome de Wallenberg: infarto en la zona de la médula y el cerebelo) o como síntoma de una patología muy diversa, como la rinitis.

La **rinitis** es la **inflamación de la mucosa nasal**, la cual causa congestión nasal, rinorrea, prurito nasal y estornudos. Y dependiendo de su etiología, **los estornudos pueden variar**, por ejemplo, la rinitis alérgica depende de la activación del sistema inmune, en la que la comezón y los estornudos representan dos de los principales síntomas causados por la secreción de neuropéptidos como la sustan-

cia P, la calcitonina y el polipéptido vasoactivo intestinal. Muy de la mano está también la rinitis por infección (normalmente viral), la cual además de los síntomas de la rinitis alérgica, se le suma la temperatura y fatiga generalizada.

Otros factores que desencadenan estornudos

No hay que olvidar que los estornudos también pueden estar **asociados con enfermedades bacterianas** como la difteria, la rinoscleroma, la lepra, la tuberculosis, la sífilis y el muermo (en los caballos). Además de **infecciones fúngicas oportunistas** que se desarrollan en el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), en la quimioterapia, en estancias prolongadas en hospitales, y en **trastornos del número y función de los neutrófilos** como la neutropenia y la diabetes, las cuales pueden causar rinitis y, por lo tanto, estornudos.

Por otro lado, también puede haber **rinitis no alérgica**, una de las cuales se le denomina como rinitis no alérgica con síndrome de eosinofilia (**NARES**, por sus siglas en inglés de *non-allergic rhinitis with eosinophilia syndrome*), la cual suele confundirse con la rinitis alérgica. Este es un **síndrome de hiperreactividad nasal** que se manifiesta por un gran

número e intensidad de estornudos y secreción acuosa seguida de congestión nasal e hiposmia (pérdida parcial del olfato), en la que el aumento del recuento de eosinófilos excede el 20 % del número total de leucocitos.

Otra forma de rinitis es la que se conoce como **idiopática**, la cual básicamente se da por **irritación de la vía aérea superior** por alguno los siguientes factores: aire frío y seco, mucha humedad, colorantes, agua clorada, perfume, aromatizantes, humo de cigarrillo, gases de escape y otros irritantes inhalados que pueden iniciar los síntomas de la rinitis vasomotora. Un ejemplo típico es un inicio repentino de congestión nasal y un paroxismo de estornudos de corta duración, pero de gran intensidad por la mañana después de haber estado expuesto al frío y al aire seco. **Factores individuales como fatiga, estrés y la actividad sexual, pueden desarrollar el cuadro clínico** también.

La rinitis hormonal puede ocurrir en casos de niveles fisiológicamente elevados de estrógeno, como la pubertad, el ciclo menstrual y el embarazo, o en caso de recibir estrógenos exógenos mientras se está en tratamiento oral con anticonceptivos.

La capsaicina, **ingrediente activo obtenido de pimientos picantes**, estimula la fibra C amielínica nasal de los nervios aferentes para liberar varias taquicininas (neurotransmisores involucrados en la sensación del dolor), además de la sustancia P, lo que es el **desencadenante más potente de la respuesta al estornudo**. La capsaicina también precipita los estornudos a través de un reflejo axónico local.

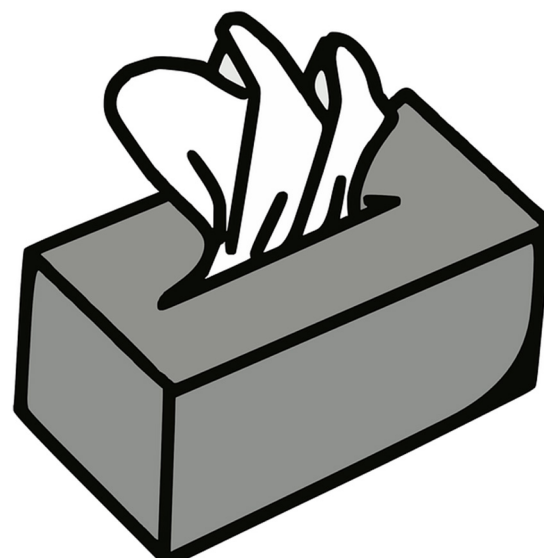
Los estornudos, al igual que el hipo, **pueden llegar a durar mucho tiempo**, lo que se conoce como **estornudos psicogénicos intratables**, los cuales están asociados con una inhalación débil y su duración es muy breve, de hecho, se confunde

con una tos nasal o un resoplido, y provoca poca o ninguna secreción. De tal forma que **no necesariamente ocurren como el estornudo normal con la elevación de la presión de aire** y se confunde con una tos intratable (cuya etiología es muy diferente).

Los **estornudos psicógenos responden bien a medidas psicológicas** como la psicoterapia, la biorretroalimentación, los ejercicios de relajación, la psicoterapia de apoyo (es decir, explicación de naturaleza de la enfermedad, sugerencia para superar los síntomas) y la terapia conductual (recompensa cuando hay es reducción de síntomas, terapia de aversión, hipnosis y relajación). **El papel de los ansiolíticos radica en reducir la ansiedad** subyacente y en hacer que el o la paciente sea más susceptible a la psicoterapia.

La mayoría de los casos a evaluar de estornudos frecuentes **no requieren mayor preocupación**; sin embargo, si la duración se extiende, es necesario llevar a cabo análisis de laboratorio para descartar algún tipo de rinitis o la parte psicogénica. En el caso de las mujeres, descartar embarazo o saber si se encuentran bajo algún tratamiento hormonal. Y, por supuesto, si se está muy lleno del estómago y además se comió chile, saber que es normal y se pasará una vez que se el proceso de digestión ocurra y el efecto del picor pase.

Ahora sabemos que una acción de nuestro cuerpo, como los estornudos, no es algo tan simple, pero se pueden explicar los diferentes mecanismos que los causan.



Bertran-Prieto P. (s. f.). Taquicinina (neurotransmisor): Funciones y características <https://medicoplus.com/neurologia/taquicinina>

Gupta R.P. (2015). ¿Qué me hace estornudar? *KidsHeal-*

th. <https://kidshealth.org/es/kids/sneeze.html>

Songu M. y Cingi C. (2009). Sneeze reflex: facts and fiction. *Ther Adv Respir Dis.*, 3(3), 131-41. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1753465809340571>

LA CIENCIA EN EL CINE

Invasión

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

Series de televisión y películas que muestran a nuestro planeta siendo invadido por seres alienígenas hay montones, y desde el cine serie B de los años 40-50 del siglo pasado. Muchas de ellas están basadas, a su vez, en famosas historias de ciencia ficción y fantasía con resultados muy diversos y, en ocasiones, ya estamos cansados de la temática tan trillada. ¿Por qué abordar por enésima vez este tema? Seguro Apple también se lo preguntó. Las posibilidades del hecho, sin embargo, por remotas o improbables que sean, siguen presentes en el imaginario popular, así que ahora presentaremos una de las más recientes, la estrenada en el canal de AppleTv: *Invasión*, serie dirigida por Da-

vid Weil (*Hunters*) y Simon Kinberg (*X-Men*) para la millonaria plataforma de televisión a la carta y que este año estrena su segunda temporada.

La pregunta principal, desde el arranque de la primera temporada, fue analizar (en la ficción, se entiende) cómo afecta al mundo de a pie una invasión alienígena. Pongamos bien firme nuestra credulidad y aceptemos que esto es posible. Un gobierno, sus ejércitos y los científicos, seguramente asumirán el hecho de manera diferente a cómo lo haríamos el resto de los mortales: una ama de casa, un hombre a punto de jubilarse, una mujer enamorada de una astronauta, una médico desilusionada de su vida cotidiana, un soldado a punto de regresar a casa luego de las innumerables guerras a las que su gobierno lo enfrenta... En fin, una persona común y corriente. Se antoja interesante.

El cine tradicional de extraterrestres nos ha acostumbrado a tres ideas básicas: primero, los extraterrestres son humanizados. Si existe vida en el universo, la imaginamos como una proyección de nosotros mismos; segundo, los extraterrestres siempre tienen intenciones aviesas, viajan millones y millones de kilómetros y probablemente de años, nada más que para dar una vuelta, realizar experimentos absurdos o conquistar el planeta, como una perversa proyección de la historia humana de colonización y explotación del más débil; y tercero, todos los extraterrestres hablan inglés.

Vamos a pensar por un momento que descubrimos que hay vida en algún punto del universo,

¿cómo sería la vida allí? Tendemos a pensar que sería como la nuestra, ya que es la única referencia que tenemos, pero cuando hablamos de vida, hablamos básicamente de información. Los seres vivos somos las únicas estructuras en el universo conocido con capacidad para autoconstruirnos, reproducirnos con invariancia relativa y heredar las instrucciones para ambos procesos. Estas tres características que distinguen a los seres vivos, son coordinadas y dirigidas por los genes. No es casual que todos los seres vivos de este planeta tengan el mismo sustrato informativo: el RNA y su derivado evolutivo el DNA, moléculas que tienen una serie de propiedades que posibilitan todas las funciones que determinan la vida, de manera que podemos imaginar que estando compuesto el universo conocido por los mismos elementos, sean algunas moléculas «parecidas» a los genes las determinen la información que sostendría la vida en otro lugar del universo.

Pero a pesar de que estamos formados de lo mismo y obedecemos las mismas leyes, en la Tierra, la diversidad de formas, funciones y estilos es muy amplio. De hecho, los seres humanos somos una especie muy reciente, minoritaria y pobremente diversa. El género *Homo spp.* cuenta con una sola especie viva, las otras pocas, se extinguieron. Si consideramos la basta diversidad, somos una especie minoritaria, y en el universo no tiene por qué ser de otra manera. De forma que cuando pensamos en la vida fuera de la Tierra, debemos entender





que esta no necesariamente implica vida humana o humanizada, es más, ni siquiera vida «inteligente».

¿Cómo sería la vida extraterrestre? Nadie lo sabe, pero a juzgar por lo que sucede en nuestro propio planeta, sus posibilidades son amplísimas, comenzando con bacterias, levaduras, micoplasmas, amibas, paramecios y millones de formas más allá de los humanoides. En la serie que comentamos, los extraterrestres son unos ejemplares más parecidos a los paramecios —aunque grandotes— que ni intentan comunicarse, ni racionalizar nuestra vida, ni empatizar. Hacen lo que hacen otros seres vivos: compiten, aprovechan sus ventajas competitivas y nos desplazan. Para nada son parecidos a nosotros, lo cual a mí me parece muy acertado. De manera que si se llega a descubrir indicios de vida extraterrestre, es muy probable que no tenga nada que ver con lo que hemos imaginado.

Bueno, sigamos dejando bien firme nuestra credulidad. Otra especie, extraterrestre, llega a la Tierra y debe ser tecnológicamente muy avanzada, puesto que no llegó arrastrada por un cometa, o por los rayos cósmicos o por pura puntada. Vino aquí con el propósito de quedarse con nuestros recursos, pero sin nosotros... Tal como la «civilización occidental» ha hecho con sus conquistas coloniales, a lo sumo, esclavizar de alguna manera a los locales para que trabajen por la riqueza y por la gloria de los esclavistas, nada más miremos lo que está sucediendo en el África actual.

Si llegaron hasta la Tierra en naves, entonces estamos hablando de vida inteligente (por lo menos en lo que los humanos hemos definido como inteligencia: facultad para aprender, entender, razonar, tomar decisiones conscientes, construir, etcétera); asimismo, pudieron llegar con cualquier propósito, en este caso, bastante negativo para nosotros. Así que los «malos» de la serie son formas de vida capaces de pensar, razonar, aprender y resolver problemas de manera avanzada. En la Tierra, la vida inteligente está representada principalmente por los seres humanos; sin embargo, cuando se habla de la posibilidad de vida inteligente en otros lugares del universo, como en exoplanetas, no sabemos cómo sería esta forma de vida, solo podemos plantear algunas conjeturas.

Pensemos: La vida inteligente se caracteriza por su capacidad para resolver problemas complejos, aprender de la experiencia y adaptarse a su entorno, esto incluye la capacidad de desarrollar tecnología y herramientas para mejorar su calidad de vida, por consiguiente, estos seres que llegaron a la Tierra buscan eso. Esos seres pueden ser conscientes de sí mismos y de su existencia en el mundo por sus acciones en la pantalla, suponemos que sí, claramente se pelean por el espacio y el control con nosotros y se protegen unos a otros.

Cualquier forma de vida inteligente debería presentar una forma de comunicación avanzada, esto es básico. Las especies inteligentes suelen de-

sarrollar sistemas de comunicación sofisticados que pueden incluir lenguaje hablado, escritura, tecnologías de comunicación y más, lo cual les permite transmitir información y conocimiento de manera efectiva, pero en la serie no queda muy claro, al menos les agradezco que no se ponen a charlar en inglés con los protagonistas de este lado de la con-tienda.

Si son inteligentes, seguro presentan una so-ciedad compleja. La vida inteligente tiende a orga-nizarse en sociedades o comunidades que pueden tener estructuras sociales complejas, con normas, valores y jerarquías que, por supuesto, no tienen que ser comunes a nosotros.

Los humanos tenemos una gran capacidad para explorar y expandirnos: Las civilizaciones hu-manas surgimos en lo que ahora es África y pronto colonizamos todas las tierras, por necesidad, por curiosidad y con una gran capacidad para explorar el entorno, y ahora, hasta el espacio exterior. Esto explicaría la necesidad de la colonización de otros planetas o sistemas estelares.

Es importante destacar que la vida inteligente no necesariamente se parecería a la de los huma-nos; podría manifestarse en formas completamente diferentes, con características biológicas, psicoló-gicas y sociales únicas. Además, aún no hemos encon-trado evidencia de vida inteligente fuera de la Tie-rra, por lo que gran parte de lo que sabemos sobre este tema, se basa en especulaciones y la mayoría de ellas responden a la simple fantasía.

En cuanto a las «intenciones alienígenas», es-tas no son nada agradables, pues vienen a destruir, apropiarse, desalojarnos y punto. Podemos encon-trar diversidad de enfoques en el cine, aunque la mayoría son predicciones catastróficas. *Alien*, de Ridley Scott (1979) que es la que más me gusta en este terreno, nos muestra a un extraterrestre terri-ble, a una especie depredadora que no se anda con sutilezas de comunicación o esas linduras, tal como lo hace cualquier animal cazador de la Tierra y, en este sentido, la serie de Invasión parte de este pun-to. *Starship Troopers* de Paul Verhoeven (1998) o *El juego de Ender* de Gavin Hood (2013), proponen una guerra permanente contra extraterrestres insectos que pretenden conquistar la Tierra.

Y bien, con tales enemigos, mejor que se en-frenten a ellos los profesionales, nosotros solo de-bemos buscar sobrevivir, ¿o no? Este es un punto muy interesante de la serie, cómo actuaríamos no-sotros, los comunes. Algunos, sin duda, lucharían, otros contribuirían con la resistencia de acuerdo a sus capacidades y conocimientos, mientras que otros, tal vez, se pasen al enemigo o traten de «aprovechar», tal como lo podemos ver en cual-quier crisis o tragedia colectiva. Después, esta serie solo recoge nuestras expectativas y temores.

Le recomiendo la serie en sus dos tempora-das para un maratón o un domingo aburrido por la tarde. Es palomera, está magníficamente produci-da y nos puede llevar a estas reflexiones, al menos a mí sí me indujo.

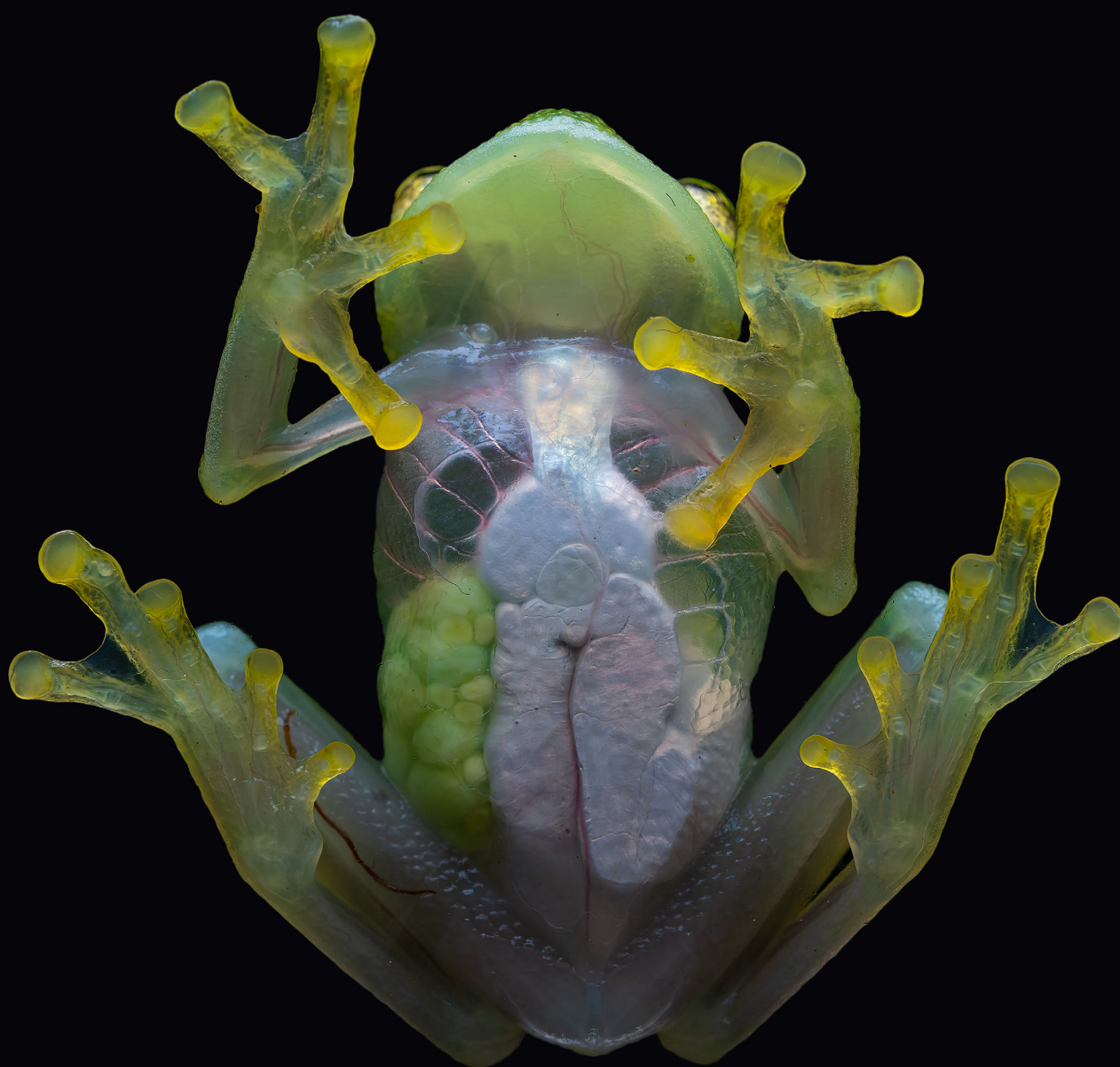


NATUGRAFÍA

Hyalinobatrachium viridissimum

* Miguel Gerardo Ochoa Tovar

Me vuelvo a encontrar con esta belleza de rana de cristal, pero en esta ocasión una hembra adulta. En la esquina inferior izquierda del área ventral se pueden observar unas esferas verdes, se tratan de huevos sin fertilizar. Estos huevos serán depositados en la superficie de alguna hoja para que posteriormente un macho los fertilice. Así pues, esta hembra lleva consigo a la siguiente generación de las bellas ranitas de cristal.



INFOGRAFÍA

Quehacer Científico Nicolaíta

Rafael Salgado Garciglia



Verano Nicolaíta de Investigación

Entre los meses de julio y agosto, los estudiantes de licenciatura de las diferentes áreas de la ciencia de nuestra Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), tienen la oportunidad de realizar una estancia académica en algún laboratorio de ciencias, dentro del Programa Verano Nicolaíta de Investigación. Este evento —que cumplió 11 años de llevarse a cabo—, tiene como objetivo despertar el interés de los jóvenes Nicolaítas por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, por medio de su incorporación en proyectos de investigación bajo la responsabilidad de un profesor investigador que tiene la misión de asesorar el desarrollo de experimentos, métodos o protocolos a través del método cientí-

fico, consiguiendo experiencia y contribuyendo en la formación de los futuros investigadores y, con ello, consolidar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, tanto en la universidad como en el estado.

Como parte de la culminación de esta estancia científica de verano, este año se presentaron 520 trabajos, todos ellos en el marco de las actividades del Congreso del Verano Nicolaíta organizado por la UMSNH por medio de la Coordinación de la Investigación Científica.



