

sabermás

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



Año 11 / No. 65 septiembre - octubre/ 2022
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.



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

CONTENIDO



Potada: Ana Miriam Virrueta Guzmán

1811549a@umich.mx

Portadilla: Isabel Padilla

izza.padilla03@gmail.com

Ambas estudiantes de Artes Visuales
Facultad Popular de Bellas Artes UMSNH

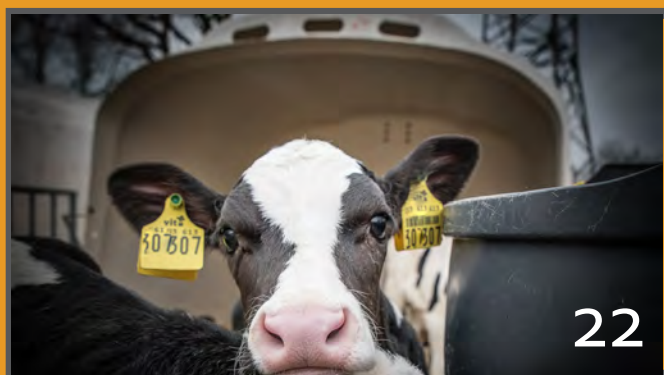
El potencial de la microbiota vegetal para alimentar al mundo

34

ARTÍCULOS	¿La acuicultura es sustentable?	13
	Ni princesas ni príncipes encantados, solo anfibios amenazados	17
	¡Preocupante! El mal uso de los antibióticos en la ganadería	22
	Cáncer: La nueva ave fénix	26
	El cubismo, síntesis intelectual y experiencia del desmoronamiento del tiempo	30
	Las abejas vs. cambio climático: Partido de ida	42
	Mitos y realidades sobre las abejas	46
	Nanopartículas: Pequeñas GRANDES amigas de las abejas	50
	La arquitectura se viste de verde con muros vivos	55
	¿Alimentación con plantas?: Microbiota y síndrome metabólico	60
	Bacterias ¿Amigas o enemigas?	64



17



22



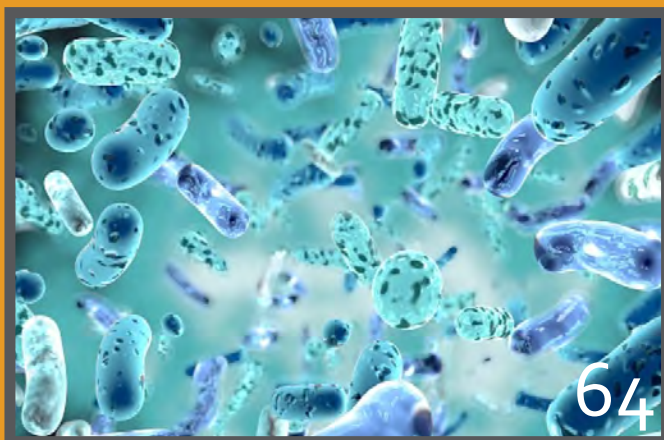
30



46



55



64

ENTÉRATE

Premios Nobel de Ciencia 2022 6

Premios Estatales de Ciencia, Tecnología, Divulgación, Vinculación y Reconocimiento a la Innovación, Michoacán 2022 7

TECNOLOGÍA

¿Cómo «ven, piensan y hablan» los vehículos autónomos 69

UNA PROBADA DE CIENCIA

El hombre Neandertal 74

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

La mecánica cuántica y el cuerpo humano 78

LA CIENCIA EN EL CINE

Black Bird 82

NATUGRAFÍA

Ranita de Cristal Norteña 86

INFOGRAFÍA

Diferencias Libélula y Caballito del Diablo 87



Entrevista al Dr. Luis Alberto Zapata González

Director e Investigador en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) de la UNAM

9

DIRECTORIO



Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

Secretaria Académica

Dra. Ma. Isabel Marín Tello

Secretaria Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 11, No. 65, septiembre - octubre, 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, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 3 de noviembre de 2022.

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. Marco Antonio Landavazo Arias
Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña
Dirección de Tecnologías de la Información y
Comunicación, Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

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

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

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

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

Diseño y Edición

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

Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

EDITORIAL

Legamos al número 65 de *Saber Más*, revista de divulgación de la ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 65 números bimestrales significan 11 años de trabajo continuo del cuerpo editorial y desde luego, los colaboradores. Estoy mirando la primer portada de la revista, correspondiente a enero-febrero de 2012 y recuerdo la emoción de todos por ver el producto de nuestros sueños. Las portadas de esos primeros números eran más bien ingenuas, llenas de incertidumbre al lanzarnos a la aventura de una publicación completamente digital. Las dudas estaban presentes, aunque no las externábamos, ¿habremos hecho lo correcto al prescindir de la publicación tradicional? ¿no será que nos adelantamos? ¿Nos leerán? Ahora esas dudas se han disipado. 65 números después *Saber Más* está muy consolidada, tenemos muchos lectores y a diario recibimos contribuciones de quienes confían en nuestra publicación para divulgar su trabajo al gran público. Nuestra nueva portada, desde hace un par de años elaborada por estudiantes de Artes Visuales de la Facultad Popular de Bellas Artes de la propia Universidad refleja esa consolidación y esa confianza que ahora tenemos sobre nuestro trabajo. Las estadísticas nos dicen que la decisión inicial de una publicación enteramente digital fue adecuada.

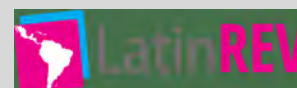
En este número que ahora tienes en tu pantalla quiere ser reflejo de esta confianza. Artículos

muy sólidos, escritos por quienes con su trabajo están generando el conocimiento. Como siempre, tenemos una gran diversidad de temas, en particular una sección especial dedicada al mundo de las abejas, el efecto del cambio climático sobre sus comunidades, sus funciones ecológicas y los mitos y realidades en torno a estos fabulosos insectos y uno muy inquietante sobre el efecto de las nano partículas en la biología de las abejas.

Artículos sobre los muros verdes y su función ante la pérdida de espacios verdes en la ciudades, el papel de la microbiota del suelo en la alimentación o sobre la operación de vehículos autónomos... como pueden ver, una gran diversidad de temas y como siempre, nuestras secciones fijas sobre libros, cine, la ciencia en pocas palabras, la infografía, noticias y una grata sorpresa, la inclusión de una nueva sección llamada *Natugrafía* sobre el siempre hermoso arte de la fotografía de la naturaleza, preparada por Gerardo Ochoa, no se la pierda.

En *Saber Más* seguimos creciendo, venga con nosotros...

Dr. Horacio Cano Camacho
Editor



ENTÉRATE

Premios Nobel de Ciencia 2022

Por: Rafael Salgado Garciglia



En noviembre de 1895, el inventor y emprendedor sueco Alfred Nobel, firmó su último testamento el cual contenía una cláusula donde establecía la creación de los Premios Nobel. Con este galardón, deseaba reconocer los aportes más destacados en las áreas de Física, Química, Fisiología o Medicina, Literatura y Paz. La mayor parte de su fortuna la destinó para este fin, lo cual causó gran controversia, principalmente en su familia. Los primeros premios fueron entregados en 1901, mientras que el de Ciencias Económicas fue incorporado en 1968. A la fecha, se ha otorgado 615 veces a 954 científicos y a 27 organizaciones.

Este año, los galardonados con el Premio Nobel de Física fueron Alain Aspect, John F. Clauser y Anton Zeilinger, pioneros de los mecanismos revolucionarios de la física cuántica, con su descubrimiento sobre el «entrelazamiento cuántico», un mecanismo en el que dos partículas cuánticas están perfectamente correlacionadas, independiente de la distancia entre ellas.

El Premio Nobel de Química fue otorgado a Carolyn R. Bertozzi, Morten Meldal y K. Barry Sharpless por el desarrollo de la química «click» y la química bioortogonal.

Por su parte, el Premio Nobel de Medicina fue conferido a Svante Pääbo por sus descubrimientos sobre los genomas de los homínidos extintos y la creación de la paleogenómica, con lo que reveló cómo se distinguen a los seres humanos vivos de los homínidos desaparecidos.

Ben S. Bernanke, Douglas W. Diamond y Philip H. Dybvig, son los galardonados con el Premio Nobel de Ciencias Económicas por sus investigaciones sobre la función de los bancos en la economía, en especial durante las crisis financieras.

Finalmente, destacamos que el Premio Nobel de la Paz fue para Ales Bialiatski, «por su labor en proteger los derechos fundamentales de los ciudadanos y demostrar la importancia de la sociedad civil en la construcción de la paz y la democracia»; mientras que el de Literatura fue otorgado a Annie Ernaux, por «la agudeza clínica con la que descubre las raíces, los extrañamientos y las trabas colectivas de la memoria personal».

Los prestigiosos premios serán entregados en Estocolmo y Suecia en diciembre, y cada premio consta de una medalla, un diploma personal y un premio en efectivo de 10 millones de coronas suecas (921,000 dólares) por cada categoría premiada.

Fuente de información e imágenes: <https://www.nobelprize.org>

ENTÉRATE

Premios Estatales de Ciencia, Tecnología, Divulgación, Vinculación y Reconocimiento a la Innovación, Michoacán 2022

Por: Rafael Salgado Garciglia



En octubre se entregaron los Premios Estatales de Ciencia, Tecnología, Divulgación, Vinculación y Reconocimiento a la Innovación en el 17º Congreso Estatal que organiza el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) del estado de Michoacán, evento que se llevó a cabo en el Centro de Información, Arte y Cultura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en Morelia, Michoacán. Se entregaron los premios en las categorías de tecnología, divulgación, vinculación y ciencia, en este último, por primera vez, fueron entregados dos premios: a una investigadora y a un investigador.

Premio Estatal de Ciencia

Fueron galardonados con este premio la Dra. María Isabel Ramírez Ramírez y el Dr. Alfredo Raya Montaña.

La Dra. Ramírez es geógrafa por la Universidad de Guadalajara y doctora en Geografía por la

Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense de Madrid, España. En nuestro estado, desarrolla su labor académica dentro de los campos de la ciencia del uso del territorio y la conservación ambiental, con investigaciones sobre la geografía del paisaje y manejo forestal. Actualmente es investigadora Titular B de tiempo completo en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus Morelia.

El Dr. Raya Montaña es licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas de la Facultad de Física y Matemáticas, y doctor en Ciencias en el Área de Física por el Instituto de Física y Matemáticas de la UMSNH. Sus investigaciones están orientadas a la exploración de los fenómenos de la generación dinámica de masas para fermiones y confinamiento en teorías cuánticas de campos como la cromodinámica cuántica, la electrodinámica cuántica y la electrodinámica cuántica en el plano. El Dr. Raya



es Investigador Nacional Nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores.

Premio Estatal de Tecnología

En esta categoría el premio fue otorgado a Víctor Manuel Ruíz García, quien es ingeniero químico y doctor en Ingeniería en Energía (especialidad en Energía y Medio Ambiente). Sus principales líneas de investigación son «Innovación y Evaluación de la Bioenergía». Actualmente es Cátedra CONACyT en la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) de la UNAM, campus Morelia. Ha desarrollado investigaciones sobre bioenergía y ecotecnologías energéticas. Su principal aportación tecnológica es la implementación y consolidación del Laboratorio de Innovación y Evaluación en Bioenergía. El Dr. Ruíz es Investigador Nacional Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores.



Premio Estatal de Divulgación

Este año el premio fue para Salvador García Espinosa, doctor en Geografía por la UNAM y Profesor Investigador Titular adscrito a la Facultad de

Arquitectura de la UMSNH. Es autor del libro *La revaloración de la vivienda tradicional como patrimonio e identidad en Michoacán* (UNAM/UMSNH, 2008); semanalmente publica hasta dos columnas (Urbanópolis y Colectivo Ciudad), participa de manera mensual en el programa de radio «Entre Líneas» y para incidir con las nuevas generaciones, creó el podcast Urbanópolis con 14 episodios en su primera temporada. El Dr. García es Investigador Nacional Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores.



Premio Estatal de Vinculación

La Asociación Mexicana de Psicología y Desarrollo Comunitario fue la ganadora en esta categoría por sus investigaciones encaminadas hacia la prevención del delito, violencia comunitaria e inclusión en la educación: Intervención integral para la prevención del delito y la violencia comunitaria; Estrategia de difusión para la inclusión de mujeres y hombres adolescentes y jóvenes a la educación de nivel medio y/o superior en municipios de alta y muy alta tasa de fecundidad.



ENTREVISTA

Dr. Luis Alberto Zapata González

Por: Horacio Cano Camacho



El Dr. Luis Alberto Zapata González es matemático por la Universidad Autónoma de Coahuila y Doctor en Astronomía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. Es investigador en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) de la UNAM desde 2011, y actualmente es el director. Ha trabajado para el Max Planck Institute for Radio Astronomy, en Alemania, así como para el observatorio The Submillimeter Array, en Hawaii.

Sus campos de investigación se centran en el estudio de la formación de planetas y estrellas, así como en el origen de la vida en el universo. Este

tipo de investigaciones han permitido entender cómo nuestro Sol, junto con la Tierra, se formaron hace miles de millones de años al ir evolucionando el universo.

Hola, Dr. Zapata. Es un gusto tenerlo en *Saber Más*, revista de divulgación de la ciencia de la Universidad Michoacana, institución con la que constantemente colaboras, sobre todo en aspectos relacionados con la comunicación pública de la ciencia.

Desde sus albores, la Astronomía es un área del conocimiento muy ligada a la historia misma de la humanidad, y cada cierto tiempo adquiere nuevos bríos con noticias que la ponen

en el ojo público. Por ejemplo, podemos mencionar la entrada en operaciones del telescopio James Webb o el intento reciente de un choque de un satélite contra un asteroide. ¿Cómo valoran los astrónomos este tipo de noticias? ¿Hay una mejora en la percepción pública sobre su área? ¿Se refleja en atraer más candidatos a estudiar esta disciplina o más subsidios?

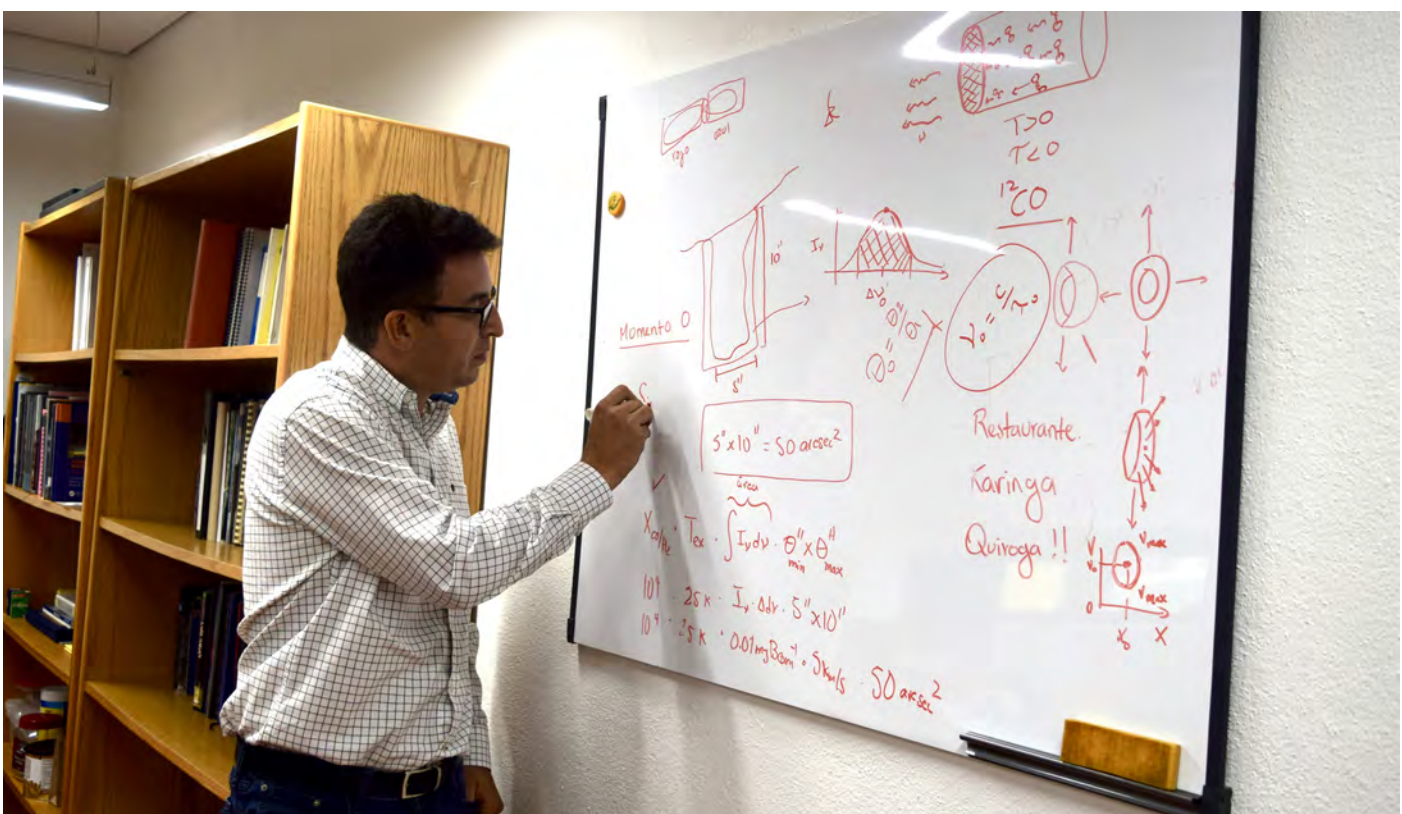
La Astronomía es probablemente una de las ciencias con mayor impacto en el público. Mucha gente está interesada en entender al universo, sobre todo se despierta el interés con las noticias relativas a los telescopios o instrumentos muy avanzados que nos ayudan a probar o desaprobar ideas que han estado por allí mucho tiempo. Cada vez hay más estudiantes en los posgrados de Astrofísica y muy probablemente esté relacionado con el impacto que la Astronomía ha tenido en el público. Sin embargo, en México, hay más o menos un astrónomo profesional por cada 750 mil habitantes. En EUA, en comparación, hay un astrónomo por cada 100 mil habitantes, lo que significa que hay muchos astrónomos más que en México, es decir, que debemos seguir trabajando.

En ocasiones pensamos que la elección de carrera está ligada solo a aquello con lo que convivimos o que de alguna manera tienen una

aplicación o utilidad inmediata: contadores, abogados, arquitectos, etc. ¿Cómo asume un joven estudiar Matemáticas y luego Astronomía, algo en apariencia más «intangible»? ¿Cómo fue tu caso?

Estudiar ciencias exactas para llegar a ser investigador es, en efecto, una carrera de muy largo tiraje, te lleva por lo menos unos 15 años, en cambio, a un contador probablemente le lleve tan solo de tres a cuatro años. Lo primero que uno considera en este camino es que, obviamente, te guste. Mi gusto surgió por resolver problemas de Física y Matemáticas en la preparatoria y leer sobre los grandes genios de la Física como Albert Einstein, James Clerk Maxwell, George Gamow, Michael Faraday, etc. Siempre he disfrutado el sentarme y concentrarme para tratar de entender algún fenómeno físico. En mi experiencia la satisfacción por haber estudiado Matemáticas, Astrofísica y Astronomía, se ha ido incrementando con el tiempo, no estoy seguro de que en otras carreras de «utilidad» inmediata ocurra lo mismo.

Seguro los astrónomos frecuentemente se enfrentan con estas visiones «utilitarias» de la ciencia, ¿qué nos dirías a nosotros, los legos, sobre esta ciencia? ¿Por qué es importante? ¿Qué impacto tiene o ha tenido en nuestra visión del





mundo y no estaría demás, en nuestra vida cotidiana?

Creo que en particular la Astronomía a través del tiempo ha tenido un impacto en muchas áreas del conocimiento. Por ejemplo, las cámaras digitales que utilizamos en los teléfonos celulares primero fueron utilizadas por los astrónomos a principios de los 80. Estas cámaras digitales utilizan tecnología que fue desarrollada en los telescopios astronómicos y que sustituyeron a las placas fotográficas. También está el ejemplo del descubrimiento del primer planeta extrasolar en la década de los 90 que revolucionó la forma en que pensábamos acerca de la posibilidad de otros mundos parecidos a la Tierra. Este acontecimiento marcó un hito en la Astronomía y en otras áreas de la ciencia. Hoy en día escuchamos cada vez más sobre Astronomía y la gente está fascinada por eso. Siento que se ha logrado entender más su «utilidad».

Regresando al telescopio Webb, ¿podrías platicarnos algo sobre la trascendencia de este ins-

trumento? Además, claro, de la fascinación que está provocando.

El telescopio Webb, hasta el día de hoy, no tiene ni un año de haber sido lanzado y ya ha tomado imágenes fantásticas del universo. Este telescopio es el más caro de todos los tiempos, con un valor de alrededor de 9 000 millones de dólares. Es un telescopio espacial localizado más allá de la Luna, a unos 1.5 millones de kilómetros, en un punto gravitacionalmente estable llamado punto de Lagrange 2. Este telescopio está dedicado especialmente a las longitudes de onda del óptico e infrarrojo, cubriendo más ampliamente la parte del infrarrojo. Una de las misiones del telescopio Webb será estudiar a las galaxias más jóvenes del universo; su luz es emitida principalmente en el espectro infrarrojo.

En el caso del experimento de «estrellar» un satélite contra un objeto espacial, tal parecería que la ciencia ficción se tornó real, ¿podrías platicarnos un poco sobre este experimento? ¿Cuál es su importancia? y ¿Realmente estamos en

riesgo? Luego de la experiencia del conocimiento de grandes extinciones provocadas hipotéticamente por estos cuerpos celestes, creo que interesa o debiera interesar a todos.

La misión de la NASA DART (Double Asteroid Redirection Test), que en español quiere decir Prueba de Re-direccionamiento de un Asteroide Doble, fue una misión de prueba para la defensa planetaria de asteroides cercanos que podrían impactar a la Tierra en un futuro no muy lejano. Esta misión fue realmente un rotundo éxito, logrando cambiar la órbita de Dimorphos, la luna menor del asteroide Didymos. Esto es una gran hazaña porque nos permitirá cambiar la órbita de algún asteroide que se aproxime a la Tierra. Parece de ciencia ficción. Ahora ya conocemos muy bien las órbitas de asteroides grandes capaces de extinguir nuestra civilización, pero los más pequeños siguen siendo un problema. Aún los grandes asteroides pueden cambiar de dirección en algún momento.

Siempre es una tentación preguntarle a un astrónomo si existe vida fuera de la Tierra, seguro a ti te lo preguntan mucho, pero dado que es uno de los campos de tú interés, ¿qué nos podrías comentar?, ¿estamos solos o no? Una de las grandes fronteras del conocimiento es descubrir cómo surgió la vida en nuestro planeta y si este fenómeno es ubicuo en el universo o no, ¿cómo se está abordando este problema en la actualidad?

Siento decepcionarte, pero no hemos encontrado vida de ningún tipo fuera de la Tierra, claro hasta este momento. Ahora hemos estado buscando moléculas prebióticas que se piensan que son los ladrillos de la vida, en cometas, exoplanetas y estrellas en formación. Se han encontrado en cometas,

pero aún no lo sabemos para el resto de los objetos. Esto nos podría dar idea de la ubicuidad de la vida en el universo. Ha continuado la búsqueda de vida inteligente, pero sin ninguna noticia nueva que dar, no se ha encontrado ninguna señal.

Movernos en el universo no es como movernos en la Tierra, además de lo inhóspito, están las distancias. ¿Nos podrías contar un poco sobre ello?

Las distancias en el universo son realmente grandes en todo el sentido de la palabra. La luz de la estrella más cercana, Proxima Centauri, tarda alrededor de cuatro años en llegar a nosotros. Esto dificulta cualquier viaje interestelar. Si tomáramos una nave espacial y quisiéramos viajar a Proxima, tardaríamos unos 100 mil años en llegar, demasiado tiempo para un humano. Creo que por el momento, los viajes interestelares van a tener que esperar.

Dr. Zapata, todos estos temas son fascinantes, podemos pasar horas escuchándote y seguro generarán mucha curiosidad en nuestros lectores, ¿quieres agregar algo más?

Pienso que la Astronomía y la Astrofísica están pasando por una época de oro con tantos descubrimientos, seguiremos escuchando más y más noticias del universo en los siguientes años, ¡sigan atentos!

Te agradecemos mucho la atención a nuestra revista.



ARTÍCULO

¿La acuicultura es sustentable?

Rebeca Aneli Rueda-Jasso y Joshua Valeria Gómez Flores



Rebeca Aneli Rueda-Jasso. Profesora e Investigadora de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
rebeca.rueda@umich.mx

Joshua Valeria Gómez Flores. Estudiante de la Facultad de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero.
valeriagomez848@gmail.com

Contar con el abastecimiento de alimentos es una preocupación constante de nosotros los humanos. En algunas etapas relativamente recientes de nuestra historia, la falta de alimento provocó hambrunas y miles de muertes; aún hoy en día, muchas personas en el mundo mueren de hambre. Sin embargo, hasta antes de la pandemia por COVID-19, se observaba una **reducción general en el Índice Global de Hambre y un incremento en la producción de alimentos.** Entre las industrias productoras de alimentos con mayor crecimiento anual, se encuentra la acuicultura y, al parecer, esta prometedora industria podría proveer alimentos

con adecuada calidad nutricional, pero se necesita la mejora de algunos aspectos para que esta sea una industria sustentable ¿Lo será?

Hambrunas históricas

Antes de su independencia, en India se estimó que una tercera parte de la población (10 millones de personas) murió de hambre. En China, las sequías e inundaciones agravadas por el caos económico y político, causaron la muerte de más de 15 millones de personas por falta de alimentos. En Europa, durante la Segunda Guerra Mundial, se vivió una grave hambruna causada por la ocupación alemana en Holanda y Leningrado, así como por la retención de alimentos a la población civil. África ha padecido numerosas hambrunas en Chad, Malí, Mauritania, Nigeria, Senegal y Burkina Faso.

La producción de alimentos

La agricultura y la ganadería generan gran variedad de alimentos, pero las formas de producción que utilizan son insuficientes para cubrir las necesidades humanas de manera sustentable. Ambas industrias han **deforestado bosques y selvas** para ampliar los espacios para tierras de cultivo o pastoreo de ganado. Asimismo, **han alterado el ambiente** con el uso de agroquímicos, fármacos, hormonas y otras sustancias químicas.

Por su parte, la pesca ha llegado a sus límites de máxima producción e incluso las pesquerías de algunas especies han colapsado. Esto significa que, aunque se realicen más esfuerzos por pescar (con más redes, anzuelos y/o barcos), el volumen de pesca se mantiene constante o incluso es menor con el paso del tiempo.

La acuicultura ¿Opción en la producción de alimentos?

Otra opción para producir alimento y cubrir las necesidades humanas es el cultivo de organismos acuáticos (peces, moluscos, crustáceos, entre otros). Los registros históricos mencionan que, en China, desde 3800 antes de nuestra era, se hacía acuicultura, pero fue hasta 1950 que la actividad se retomó con un crecimiento constante. De 1990 a 2010, el crecimiento de la acuicultura fue de 8.8 % y disminuyó en 2014 a 6.3 % anual. Esta industria rebasó la producción por la pesca e incluso en 2013, superó en 46 % a la producción de carne de res y fue el primer año que se consumió más pescado criado en granjas que de captura por pesca. Se estima que en 2050 la producción mundial anual de **alimentos de acuicultura podría aumentar hasta un 74 %** de forma sostenible, minimizando su impacto ambiental.





Riesgos o desventajas de la acuicultura

Actualmente, una parte importante de la producción acuicultural se realiza de forma intensiva y para ello se mantienen altas densidades de organismos por estructura de cultivo (estanque, tanque o jaula). Los organismos se alimentan varias veces al día y esto provoca desechos (heces, orina y de los restos de alimento no consumido) que contaminan el agua. A continuación, veamos cuáles son algunos de los riesgos o desventajas de la acuicultura:

Desechos. Agregan gran cantidad de nutrientes que alteran la calidad del agua. Las micro y macroalgas los usan para multiplicarse y lo hacen hasta que cubren la superficie del agua e impiden el paso de la luz, proceso que se llama afloramiento. Debido a la poca luz que llega a las capas inferiores del agua, **la fotosíntesis cambia a fotorrespiración**, por lo que, tanto las plantas como los animales consumen el oxígeno. El agua se vuelve anóxica (sin o con muy poco oxígeno), turbia y con mal olor, en consecuencia, los organismos mueren por asfixia y la calidad del agua se deteriora aún más. A este fenómeno se le conoce como eutrofización y es cada vez más frecuente en los cuerpos de agua.

Sustancias químicas. Diversos antibióticos,

desinfectantes, desincrustantes, entre otros, se emplean habitualmente en la acuicultura de forma preventiva y, en ocasiones, en mayores dosis a las recomendadas. Entre los riesgos del uso frecuente de estas sustancias, se incluye la resistencia de los microorganismos patógenos a los antibióticos, lo cual provoca la necesidad de una mayor concentración de estos o, en su defecto, de productos de mayor potencia. Además, cuando se agregan sustancias químicas también se afecta a las especies que rodean los cultivos. Adicionalmente, el uso de sustancias químicas en concentraciones elevadas, provoca residuos que **pueden permanecer en el músculo de los organismos y llegar a los consumidores**, por lo cual deben existir límites máximos permisibles de residuos de antibióticos en los productos de la acuicultura. Para el uso de algunos antibióticos, ya se cuenta con los límites mencionados.

La mejor forma de evitar enfermedades y parásitos es la prevención. Para ello se debe mantener la calidad del agua, retirando inmediatamente del cultivo a organismos enfermos, heridos o muertos. En cuanto a la alimentación, se deben cubrir los requerimientos nutricionales de acuerdo a la especie

y etapa de desarrollo, así como evitar la sobrealimentación. También se debe mantener la densidad de organismos adecuada, así como la temperatura y calidad del agua óptimas. Todo ello evita el estrés y el deterioro de su sistema inmune.

Pérdida de biodiversidad. La acuicultura utiliza especies tolerantes, resistentes a variaciones de temperatura, a disminuciones de la calidad del agua, con mayor capacidad de adaptarse a diferentes tipos de alimentos, entre otros. Las especies tolerantes que se cultivan en muchas partes del mundo son **originarias de hábitats lejanas**. El problema es que, en los nuevos hábitats, estos organismos **carecen de depredadores naturales**.

En ocasiones, de forma accidental o por descuido, se presentan escapes de los cultivos y estos logran adaptarse a las nuevas condiciones ambientales por ser más tolerantes, incluso pueden competir por alimento o espacio y desplazar a las especies locales, por ello, la introducción de especies para su cultivo contribuye a la pérdida de la biodiversidad. Una posible solución es el cultivo de especies locales o nativas.

En la acuicultura se trasladan con frecuencia organismos reproductores y larvas, los cuales introducen enfermedades y parásitos que pueden afectar tanto a los organismos de las granjas de cultivo como a los que circundan a estas. En América Latina, el cultivo de camarón y salmón se ha asociado a la presencia de parásitos y enfermedades en especies silvestres. Asimismo, el traslado de larvas y reproductores sin el adecuado cuidado, ha tenido consecuencias devastadoras en los cultivos en otras regiones, tal es el caso de la enfermedad de la mancha blanca de camarón que causó hasta un 95 % de mortalidad en los cultivos en Ecuador y pérdidas del volumen producción de un 60 %.

Cambio de uso de suelo. La acuicultura continental compite por espacio con la agricultura, ganadería, turismo, entre otros, ya que esta actividad requiere de espacios y agua para su desarrollo, mientras que la acuicultura costera compite con la

pesca artesanal y el turismo. Además, con su desarrollo **se han deforestado grandes áreas de manglar** para la implementación de cultivos. En Indonesia, Brasil, Bangladesh, Tailandia, Ecuador, Vietnam y China, se estima que la creación de estanques para la acuicultura ha deforestado un 28 % de los manglares (544 mil hectáreas). **Estas pérdidas significan daños a la biodiversidad, a la retención de agua y eliminación de nutrientes.**

La acuicultura oceánica dispone de gran cantidad de espacio, aunque presenta otras limitantes, como la presencia de corrientes, rutas de navegación y de migración de la fauna silvestre. No obstante, se han detectado alteraciones en la calidad del agua y del sedimento en las zonas que rodean a los cultivos.

Entonces ¿Es la acuicultura una opción sustentable?

La acuicultura es una opción para producir alimentos para las poblaciones humanas, pero se tienen detectados algunos problemas como los que hemos descrito. Sin embargo, para cada uno de ellos existen alternativas que permiten reducir los riesgos, las desventajas y el impacto ambiental. Esto requiere mayor interacción entre quienes producen el conocimiento (investigadores y científicos) y quienes lo utilizan (productores). Para ello se necesita sensibilizar a los productores y regular la actividad dentro de los marcos legales nacionales e internacionales. **Y si las normativas no existen, deben generarse.**

La visión de una producción sustentable debe iniciar desde: a) **Las autoridades** quienes deben conocer las problemáticas, apoyar y dar seguimiento a la implementación de estrategias y soluciones; b) Desde la formación de los **técnicos y profesionales** de la acuicultura con una visión sustentable; c) Desde los **productores** para realizar prácticas que les permitan una producción sostenida en cantidad y calidad; y d) Desde la selección de los **consumidores** por productos resultado de prácticas sustentables, con calidad e inocuidad.



Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2021). *Acuicultura*. <https://www.fao.org/fishery/en/aquaculture/es>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). *El estado mundial de*

la acuicultura y pesca. La sostenibilidad en acción. <http://www.fao.org/3/c9231es/CA9231ES.pdf>

Solís M.O. (2013). La acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. *Espacio I+D: Innovación más Desarrollo*, 2(3). DOI: <https://doi.org/10.31644/IMASD.3.2013.a04>

ARTÍCULO

Ni princesas ni príncipes encantados, solo anfibios amenazados

Susana Maza-Villalobos y Erandi Monroy Hernández



Fotografía: Miguel Gerardo Ochoa Tovar

Susana Maza-Villalobos. CONACYT-ECOSUR, Tapachula de Córdova y Ordóñez, Chiapas. Investigadora Cátedra-CONACYT.
smazavm@gmail.com

Erandi Monroy Hernández. Licenciada en Biología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
erandimh126@gmail.com

La época de lluvias nos fascina, nos gusta el olor a tierra mojada y el ruido de las gotas al caer, pero lo que más nos gusta de esta temporada es lo que llega al anochecer: el canto de las ranas. Los anfibios son un grupo de animales vertebrados que se caracterizan por tener una fase de transformación llamada metamorfosis. La mayoría de los anfibios nacen de huevos, dando origen a larvas acuáticas: los renacuajos, que respiran a través de branquias, se desarrollan y sufren **metamorfosis** para convertirse en adultos; en esta etapa pueden

ser acuáticos, terrestres o semi terrestres. Las especies terrestres pierden sus branquias y desarrollan pulmones durante la transformación, mientras que las pocas especies que continúan siendo acuáticas como adultos, tal es el caso de las salamandras, presentan un fenómeno llamado **neotenia**, es decir, se quedan «atrapadas» como larvas, pero ya son adultos. Un ejemplo es el famoso y tierno ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) que parece un renacuajo gigante.

Los anfibios como indicadores

Los anfibios se originaron de un grupo de peces óseos (sarcopterigios) en el Devónico, hace unos 350 millones de años, y fueron los primeros animales vertebrados semiacuáticos, lo que representa un paso evolutivo muy importante para la vida animal en ambientes terrestres.

Algo muy interesante es que **todos los anfibios respiran y toman agua por la piel**, lo que los hace muy sensibles a las condiciones ambientales, como contaminación, variación de temperatura, pH y humedad atmosférica. Debido a esta característica y a que presentan un ciclo de vida complejo, habitando tanto en ambientes acuáticos como terrestres, los anfibios **son considerados bioindicadores**, es decir, que a través de la estructura y

composición de sus comunidades (tener determinado número de individuos y especies, dominancia o ausencia de especies, etc.) se pueden inferir las condiciones ambientales del lugar donde viven, por ejemplo, si está o no contaminado, si la temperatura es o no la adecuada, etc.

Si el ambiente de los anfibios está contaminado, es probable que su diversidad sea baja y que presenten alteraciones adversas como tener huevos débiles que no llegan a madurar, deformidades en el cuerpo o adelgazamiento de la piel, lo cual los hace más susceptibles a contaminantes, depredadores y enfermedades por virus, hongos o bacterias que pueden causar rápidamente su muerte e incluso su extinción poblacional, es decir, desaparecer de ese lugar. Mientras la epidermis del ser humano mide 100 micrómetros de grosor, la de los anfibios mide solo 14 micrómetros.

Un grupo muy diverso

Muchos creemos que los anfibios solo son las ranas y los sapos, pero no es así, hay muchísimos más que se clasifican en tres grandes grupos. El grupo más abundante es el de los **Anuros** (ranas y sapos) que se reconocen por presentar una cola muy poco desarrollada o carecer completamente de ella, tener las patas de atrás alargadas y especia-



Ranita de las rocas (*Dryophytes arenicolor*). Fotografía: Erandi Monroy.



Ranita verduzca (*Agalychnis dacnicolor*). Fotografía: Erandi Monroy.

lizadas para saltar; además, sus larvas carecen de dientes. El segundo grupo con más diversidad de especies son los **Caudados** (salamandras y tritones) quienes presentan una cola larga y patas cortas; sus larvas suelen parecerse a los adultos y sí presentan dientes, en este grupo es común la neotenia. El tercer grupo, y el menos conocido, es el de los Gimnofiones llamados cecilias, los cuales carecen de extremidades y tienen un cuerpo alargado parecido al de un gusano, una cola corta o ausente y ojos muy reducidos, las cecilias son animales difíciles de observar porque la mayor parte del tiempo habitan debajo de la tierra.

Una **herpetóloga**, especialista en el estudio de anfibios y reptiles, nos contó que en el mundo existen cerca de 8 381 especies de anfibios y que seguramente hay muchas especies más que no se han descubierto. En México, albergamos 411 especies, lo cual nos ubica en el quinto lugar de los países con mayor número de especies de anfibios en el mundo. Algo muy importante es que en nuestro territorio viven especies que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta, a estas especies se les llama endémicas. **México tiene 287 especies endémicas de anfibios**, como el *Ambystoma dumerilii* (llamado Achoque) que habita únicamente en el lago de

Pátzcuaro y la bella rana arborícola *Agalychnis dacnicolor*, mejor conocida como ranita verduzca, que vive principalmente en bosques tropicales secos. Desafortunadamente, debido a la pérdida y modificación de su hábitat, muchas especies de anfibios **se encuentran en peligro de extinción**, si no hacemos nada por ellos, pronto podrían desaparecer.

Importancia de los anfibios

Los anfibios comen artrópodos, como arañas, gusanos de tierra, pequeñas polillas y zancudos, de hecho, algunos estudios científicos muestran que la presencia de anfibios ayuda a **controlar plagas en cultivos de importancia económica**. Por otro lado, algunos científicos registraron que la rana coquí (*Eleutherodactylus coqui*) contribuye al mejoramiento del suelo mediante el carbono, nitrógeno, calcio, potasio y amonio de sus heces y orina, los cuales son **nutrientes importantes para el crecimiento de las plantas**. Además, la rana coquí puede reducir hasta el 28 % de los invertebrados aéreos, lo que permite disminuir el 80 % de herbivoría en plantas tropicales. Nutrir el suelo y controlar herbívoros, ayuda a incrementar la producción de nuevo follaje y promueve la regeneración natural de bosques tropicales dañados.

También se sabe que los renacuajos de algunas especies, como la rana patito de Sudamérica (*Pseudis paradoxa*), al nutrirse de los sedimentos de los cuerpos de agua modifica las condiciones de ese hábitat, lo que permite que otros animales, como los peces, puedan establecerse ahí; de no ser por los renacuajos, los peces e incluso algunas plantas, no podrían vivir en estos cuerpos de agua llenos de sedimentos.

Otra función importante de algunos anfibios es la **dispersión de semillas**, ya que al comer pequeños frutos y excretarlos en otros lugares, permiten que las plantas consumidas lleguen a nuevos territorios y puedan establecerse. ¡Ah, pero eso no es todo! Los anfibios son un grupo de animales muy interesante para la **medicina humana**. Debido a que las salamandras tienen la capacidad de regenerar extremidades completas que han perdido, así como sus maxilares e incluso segmentos del cerebro y corazón, son ampliamente estudiadas para aplicaciones en medicina humana. Y es que si nosotros perdemos una pierna, desarrollaremos una cicatriz, mientras que una salamandra desarrollará nuevamente una pierna... ¡increíble! Además, debido a que los anfibios producen toxinas que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos sobre su piel,

algunas especies son estudiadas para la producción de medicamentos.

Pérdida de anfibios

Pese a la gran importancia de los anfibios, este grupo está amenazado y tiende a desaparecer; dentro de los principales factores que promueven su desaparición está la **pérdida o modificación de su hábitat**. En el trópico, muchos bosques y selvas se han deforestado para actividades agropecuarias donde se usan agroquímicos tóxicos, que al penetrar por la piel causan su muerte y promueven su extinción. Lamentablemente, existen otras amenazas como el **cambio climático global** que está generando fuertes sequías, altas temperaturas, disminución o incluso desaparición de cuerpos de agua que son hábitats de anfibios y cientos de especies más.

¿Qué podemos hacer en beneficio de los anfibios?

Aunque el panorama se vea desolador, desde nuestro quehacer diario podemos ser un agente de cambio en beneficio de la biodiversidad de nuestro país; de manera particular, con los anfibios, es importante romper con las falsas creencias que se tiene de ellos. Por ejemplo, se piensa que los sapos



Ajolote del altiplano (*Ambystoma velasci*). Fotografía: Erandi Monroy.



Tlaconete pinto (*Isthmura bellii*). Fotografía: Erandi Monroy.

escupen leche, nos dejan ciegos o incluso que son venenosos. En México **NO HAY** anfibios venenosos, los anfibios secretan sustancias tóxicas a través de su piel para protegerse de infecciones y de sus depredadores, así como para atrapar a sus presas, si llegamos a tener contacto con estas sustancias seguro nos hará una roncha, pero no nos moriremos. Por eso, cuando veas un anfibio no lo toques ni lo ataques, piensa en todas las funciones e importancia que tiene en nuestro ambiente.

Si tienes un jardín, no uses plaguicidas o alguna otra sustancia tóxica, piensa que al usarlos no solo matas lo que no deseas, sino que también afectas a otras especies como los anfibios que pueden enfermarse e incluso morir por estos químicos. En la limpieza de tu casa e higiene personal usa

productos amigables con el ambiente, recuerda que toda el agua que usamos termina en los ríos y contamina el hábitat de muchos organismos, incluyendo a los anfibios. Trata de informarte sobre lo que consumes y elige alimentos que hayan sido producidos con poco o nada de agroquímicos, esto no solo es benéfico para tu salud, sino también para el medio ambiente.

Por último, pero no menos importante, infórmate y comparte tus conocimientos con tus amigos y familia, háblales de la importancia de los anfibios e invítalos a tomar acciones para el cuidado y respeto de este grupo de animales tan espectacular, pero poco valorado por la sociedad. Los anfibios no son princesas ni príncipes encantados, pero **sin duda son sumamente valiosos para la humanidad.**



Hernández R.P. (2006). Regeneración biológica. Secretos de la naturaleza. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 22(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=So864-02892006000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

Parra-Olea G., Flores-Villela O. y Mendoza-Almeralla C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista*

Mexicana de Biodiversidad, 85, 460-466. http://www.ib.unam.mx/m/revista/pdfs/54.-_1183.pdf

Rodríguez C., Rollins-Smith L., Ibáñez R., Durant-Archibold A.A. y Gutiérrez M. (2017). Toxins and pharmacologically active compounds from species of the family Bufonidae (Amphibia, Anura). *Journal of Ethnopharmacology*, 198, 235-254. Doi:10.1016/j.jep.2016.12.021

ARTÍCULO

¡Preocupante! El mal uso de los antibióticos en la ganadería

Roberto Ruiz González y Naima Lajud Ávila



Imagen de Wolfgang Ehrecke en Pixabay

Roberto Ruiz González. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción en Recursos Bióticos, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Neurobiología del Desarrollo del Centro de Investigación Biomédica de Michoacán-IMSS.

rip_9631@hotmail.com

Naima Lajud Ávila. Investigadora Titular del Laboratorio de Neurobiología del Desarrollo del Centro de Investigación Biomédica de Michoacán-IMSS.

naima.lajud@imss.gob.mx

La ganadería es una actividad económica del sector primario que consiste en el cuidado y alimentación de animales como cerdos, vacas, pollos entre otros, con la finalidad de producir carne, leche, lana, etc. El sector ganadero ha crecido de forma descomunal en las últimas décadas, debido a la creciente demanda alimenticia. Esta actividad aporta hasta un **40 % del valor de la producción agrícola mundial**; además, da empleo a alrededor de mil trescientos millones de personas. A nivel mundial, los principales países que practican la ganadería son Estados Unidos, Brasil, India, Argentina, Australia y México.

Al igual que los humanos, los animales pueden desarrollar enfermedades causadas por hongos, parásitos, virus y bacterias, siendo estas últimas un gran problema para la industria ganadera. **Las infecciones bacterianas**, como mastitis, brucelosis y tuberculosis, son problemas comunes que **causan grandes pérdidas económicas** si no son tratadas a tiempo. Los veterinarios son los especialistas encargados de realizar un examen cuidadoso a los animales enfermos, con el fin de elegir el mejor tratamiento. Una de las principales herramientas utilizadas para el control de las infecciones dentro de la ganadería son los antibióticos, los cuales eliminan a las bacterias o impiden su reproducción.

El uso de los antibióticos ha sido de gran ayuda en el control de diversas infecciones bacterianas y, en algunos casos, en la prevención de las mismas; no obstante, su uso excesivo e irracional ha causado una gran cantidad de problemas derivados, principalmente, del **desarrollo de resistencia en las bacterias**.

El uso irracional de los antibióticos

A mediados de la década de los 50, el inicio del uso generalizado de antibióticos en la ganadería dio

algunos resultados secundarios inesperados. Los ganaderos se percataron que además de ayudar en el control de enfermedades, el uso de antibióticos permitía que los animales tratados ganaran peso más rápidamente. Esto promovió que la **administración de antibióticos en animales no enfermos o en riesgo** se volviera una práctica común durante muchos años, fundamentada supuestamente, en el control de las enfermedades. No obstante, la idea del amplio beneficio del uso generalizado de antibióticos no duró mucho tiempo, ya que después los encargados del cuidado del ganado, observaron que algunos animales seguían desarrollando infecciones aun después de la administración de los antibióticos. Hoy en día, este fenómeno es conocido como **resistencia antimicrobiana**.

La resistencia antimicrobiana ocurre cuando una bacteria deja de ser afectada por un antibiótico al cual antes era sensible. Esta resistencia surge por la mutación o la adquisición de un gen de resistencia por parte de la bacteria. Es importante mencionar que no solo las bacterias pueden generar resistencia, sino que cualquier microorganismo como los hongos o los parásitos puede desarrollarla. La aparición de la resistencia a los antibióticos marcó



<https://www.istockphoto.com/es/foto/inyecci%C3%B3n-de-veterinario-para-vaca-gm1168133648-322414159>



el inicio de un problema importante, debido a que las infecciones que ya se tenían controladas volvían a presentarse. En respuesta a esto, los ganaderos comenzaron a utilizar combinaciones de antibióticos cada vez más complejas (**hoy en día se utilizan 27 clases diferentes de antibióticos en la industria ganadera**). Sin embargo, esta solución solo fue temporal, debido a que las bacterias generaban resistencia a los nuevos antibióticos administrados.

En la actualidad, esto se ha convertido en un problema muy grave, debido a la aparición de las denominadas «**superbacterias**», las cuales se caracterizan por haber desarrollado resistencia a la gran mayoría de los antibióticos. A pesar de esto, el rumbo del uso de los antibióticos parece no cambiar. Países de gran importancia ganadera como Estados Unidos, China y Brasil, destinan hasta el 80 % del consumo total de los antibióticos a la industria ganadera. Además, se prevé un aumento en el uso de los antibióticos en los próximos años.

¿El uso de los antibióticos en la ganadería afecta al humano?

El uso indiscriminado de antibióticos en la ganadería no solo afecta a los animales en cuestión,

sino que su impacto también se refleja en la población que consume los productos generados a partir de dicha práctica. **La carne y la leche son los principales productos por los cuales las bacterias pueden llegar a la población.** Además, localmente las heces fecales de los animales contienen altas cargas de bacterias. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), reportan que al año más de setecientas mil personas mueren por causas relacionadas a bacterias resistentes a antibióticos. Asimismo, se estima que en 2030 esta cifra podría duplicarse a causa del aumento en la práctica del uso desmedido de antibióticos en la ganadería. La aparición cada vez más constante de bacterias resistentes a antibióticos pone a la OMS en estado de alerta, debido a la posibilidad de la propagación de infecciones comunes que son cada vez más difíciles de tratar.

Recientemente, la OMS publicó una lista de las bacterias que han desarrollado resistencia a los antibióticos. En el apartado de prioridad crítica se encuentran: *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y diversas especies de la familia Enterobacteriaceae, resistentes a los carbapenémicos.

cos (antibióticos de amplio espectro y de elección médica contra estas bacterias). Estudios recientes muestran que la eficiencia de estos antibióticos ha disminuido hasta en un 60 %, lo cual es preocupante debido a que estas bacterias se han encontrado de forma común en la carne que consumimos, principalmente de vaca y cerdo. La OMS reportó que en los últimos años los casos de infecciones de vías respiratorias como la neumonía relacionada a *Acinetobacter baumannii* y principalmente a *Pseudomonas aeruginosa*, resistentes a antibióticos, han aumentado alarmantemente. Además, otra gran preocupación por parte de las instituciones de salud se debe a que estas bacterias forman parte de los principales patógenos intrahospitalarios.

¿Qué recomendaciones hay al respecto?

La OMS y la FAO han emitido una serie de recomendaciones para evitar la infección y propagación de las bacterias provenientes de los productos de la ganadería, así como para disminuir el uso de antibióticos en la práctica de la ganadería. Las recomendaciones son las siguientes:

- **Recomendaciones para la población en general:** mantener la limpieza de los alimentos, separar los alimentos crudos de los cocidos, ingerir los alimentos completamente cocidos, mantener los alimentos a temperaturas seguras y comprar productos que cuenten con los estándares de calidad requeridos.
- **Recomendaciones para el sector ganadero:** no usar antibióticos sin la supervisión de un veterinario, no usar antibióticos en animales sanos, vacunar a los animales como medida de prevención

para reducir la necesidad de usar antibióticos, fomentar y aplicar las buenas prácticas como la higiene y garantizar un espacio apropiado para los animales.

Respuesta de los gobiernos ante el uso excesivo de antibióticos

Desde 1991, Namibia, en el continente africano, prohibió el uso de los antibióticos para estimular el crecimiento y engorda de animales. A este esfuerzo se han sumado otros países como los miembros de la Unión Europea en 1997. Sin embargo, pese a las restricciones que la Unión Europea impuso, se registra un total de ocho mil toneladas de antibióticos usados al año, lo cual no representa una disminución significativa en el uso de los antibióticos. Además, países como Estados Unidos y China, dos de los líderes a nivel mundial en la ganadería, no han implementado protocolos para la regulación y la supervisión del uso adecuado de estos medicamentos. En 2016, en la Asamblea General de las Naciones Unidas, los jefes de Estado se comprometieron a desarrollar estrategias coordinadas para afrontar de forma directa la resistencia a los antimicrobianos, principalmente en los sectores de salud pública y ganadería. Este esfuerzo parece comenzar a dar resultados, ya que la FAO reportó que 118 países han aportado datos cuantitativos sobre el uso de antibióticos en animales. Las organizaciones de salud y agricultura mencionan que el objetivo es claro: **reducir el uso indebido de antibióticos es primordial**. Sin embargo, aún se requiere esfuerzo, capacitación, constancia y concientización de ganaderos, agricultores y público en general.



Gatica-Eguiguren M.A. y Rojas H. (2018). Gestión sanitaria y resistencia a los antimicrobianos en animales de producción. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(1), 118-124. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000100018

González-Mendoza J., Maguiña-Vargas C. y González-Ponce F. de M. (2019). La resistencia a los antibióticos: un problema muy serio. *Acta Medica Peruana*, 36(2),

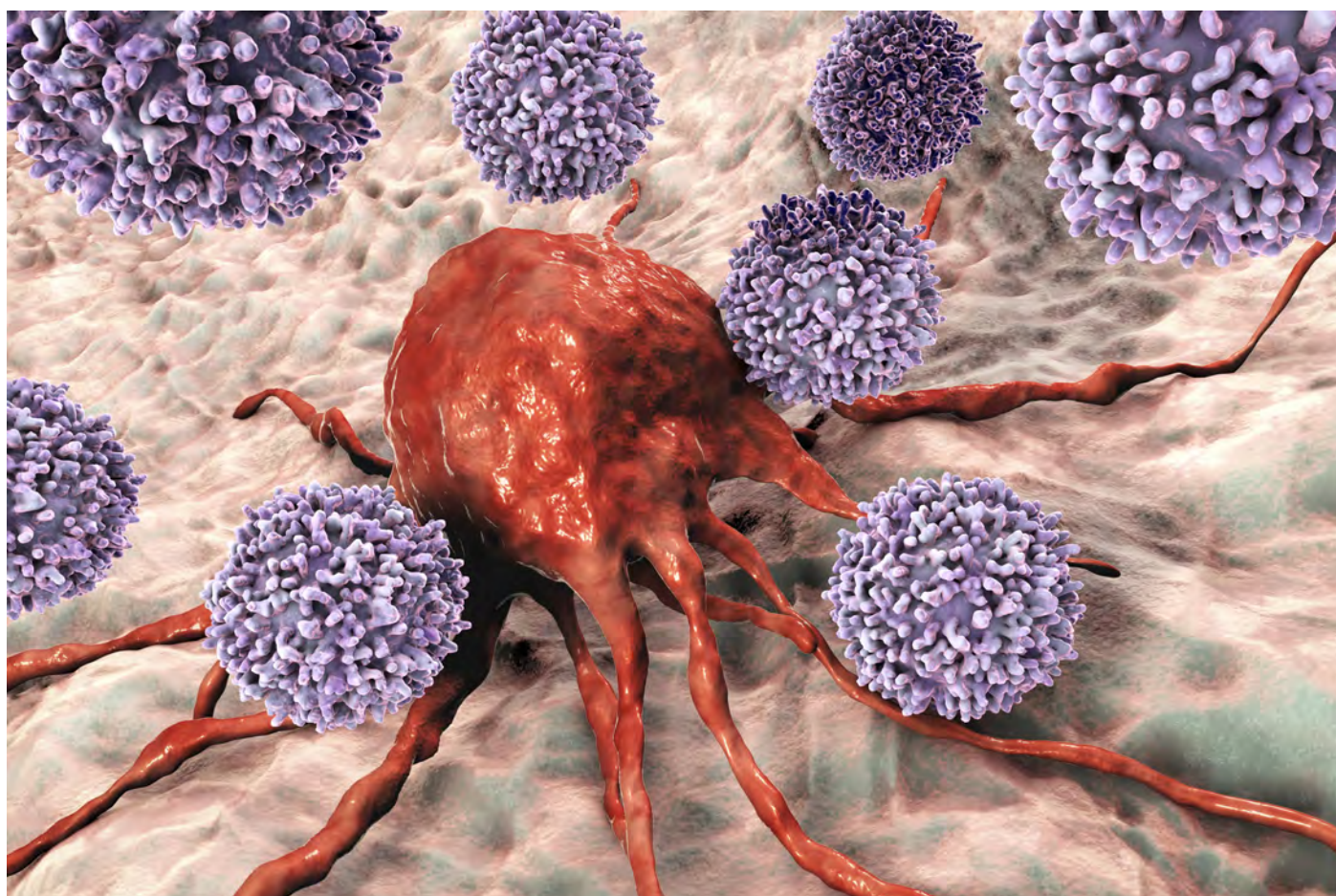
145-151. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172019000200011

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Dejemos de administrar antibióticos a animales sanos para prevenir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos*. <https://www.who.int/es/news/item/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>

ARTÍCULO

Cáncer: La nueva ave fénix

Ana Carolina Tirado Garibay y Joel Edmundo López Meza



Ana Carolina Tirado Garibay. Ingeniera Bioquímica. Estudiante en el Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Biotecnología Molecular, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1050629h@umich.mx

Joel Edmundo López Meza. Profesor e Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

elmeza@umich.mx

¿Qué es el cáncer?

El cáncer es un conjunto de enfermedades caracterizadas por una proliferación constante de las células afectadas y la invasión de otros tejidos por las mismas. Esta respuesta celular depende tanto de un contexto genético como epigenético, ya que las mutaciones génicas pueden favorecer la supervivencia y la propagación de las células afectadas, pero la expresión de estos genes depende del entorno en que se desarrolle el individuo.

El cáncer es un **problema de salud pública a nivel mundial que aumenta anualmente**: en 2020 afectó a 19.3 millones de personas. El incremento en la incidencia del cáncer se ha atribuido al aumento en la esperanza de vida y a una dieta industrializada que permite estar expuestos a factores mutagénicos y a la acumulación de sus efectos, lo que favorece su desarrollo.

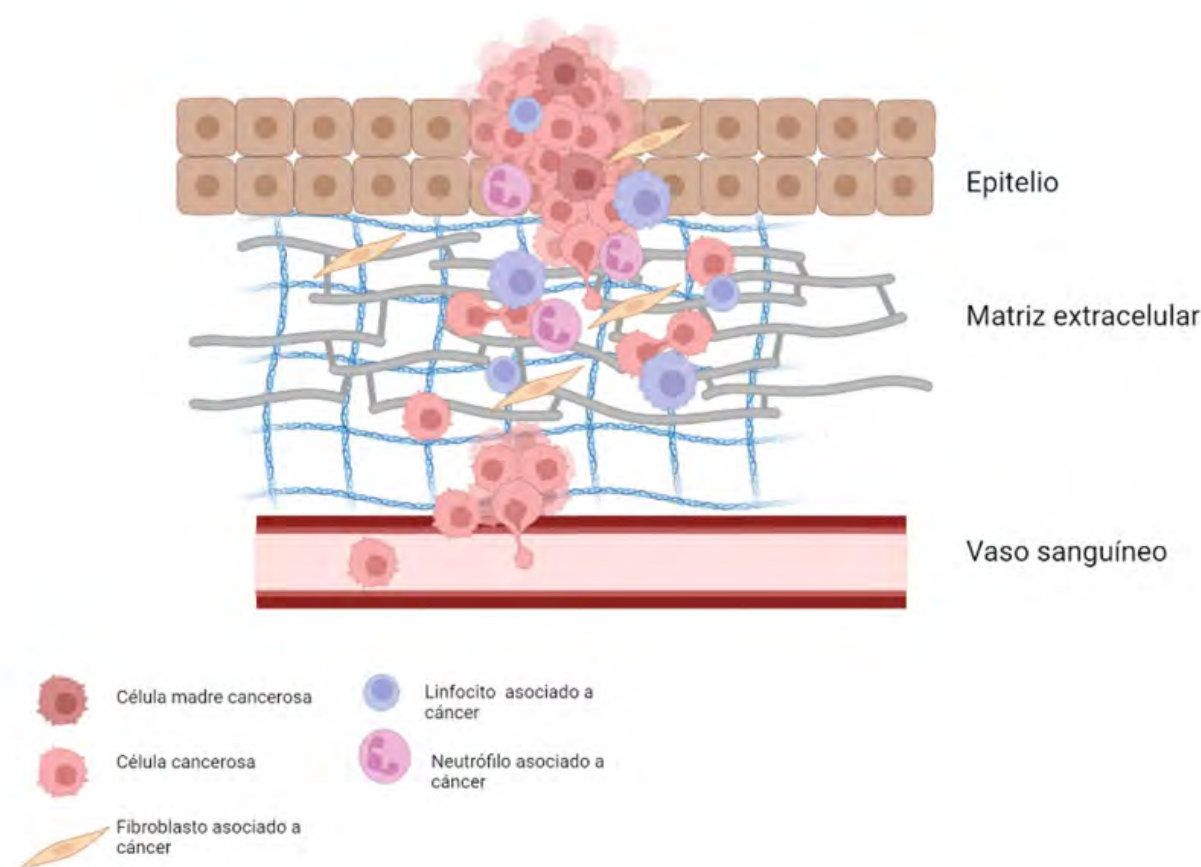
Para el control del cáncer **existen múltiples terapias**, como la extirpación de tumores u órganos afectados, la quimioterapia y la administración de inhibidores de receptores. Sin embargo, es frecuente que los pacientes sometidos a estas terapias tengan un lapso de aparente recuperación seguido de una reincidencia. Pero, ¿esto se debe a una falla en el tratamiento? Para intentar responder esta interrogante debemos comprender cuál es el objetivo de cada terapia y la complejidad celular de los tumores.

Terapias contra el cáncer... o no del todo

Cuando una persona es diagnosticada con este padecimiento se realiza la **identificación** del tipo de cáncer, además se determina si se encuentra **localizado** o si ya ha realizado metástasis, que es la invasión de células cancerosas en otros tejidos, distintos de donde se originó. También se evalúa si cuenta con **blancos terapéuticos**, como la presen-

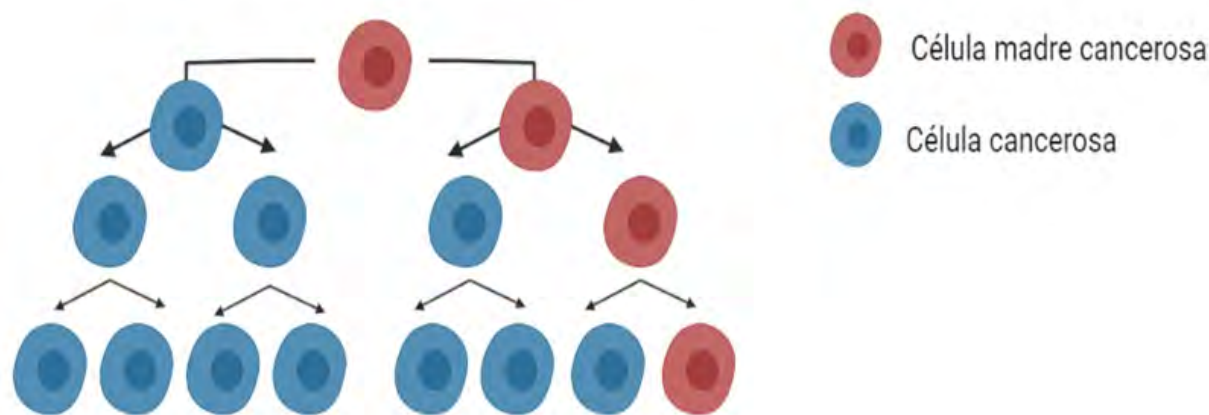
cia de receptores o proteínas críticas para el desarrollo del cáncer, lo que permite seleccionar la mejor estrategia para combatirlo.

Si el tratamiento de elección es la **intervención quirúrgica**, debemos considerar que existe el riesgo de remanentes de células cancerosas, o bien que estas ya hayan invadido a otros tejidos, por lo que es probable que el cáncer vuelva a aparecer. Cuando se opta por la administración de algún **medicamento** es porque se ha detectado un blanco que puede ser bloqueado, pero hay que tener en cuenta el posible desarrollo de resistencia a estos fármacos. Aunado a lo anterior, hay que considerar que la **quimioterapia** involucra el uso de medicamentos dirigidos a la eliminación de células en proceso de división acelerada, por lo que las células cancerosas suelen ser las más afectadas, pero no las únicas, ya que se afectan también a células sanas con altas tasas de proliferación, como las de la médula ósea. Esta carencia de especificidad está asociada a la presencia de efectos secundarios adversos en el paciente. Actualmente se están desarrollando terapias con mayor especificidad basadas en el uso de anticuerpos y material embrionario o de células asociadas al cáncer, para promover el reconocimiento de las células patológicas por el sistema inmune del paciente y poder eliminarlas.



Microambiente canceroso: La imagen muestra la diversidad celular asociada al cáncer

Replicación asimétrica de las células madre cancerosas



Las células madre: Núcleo de la vida y el cáncer

En el organismo contamos con células madre de forma natural. Cuando ocurre la fecundación, se forma una **célula totipotente**, esto significa que puede dar lugar a cualquier tipo celular, por eso somos producto de una sola célula y contamos con diferentes tipos celulares y órganos. Cada tejido cuenta con un repertorio de estas células, aunque un poco más comprometidas, conocidas como células progenitoras o células madre adultas. Esto significa que no pueden dar lugar a todos los tipos celulares, pero sí a todos los requeridos para su órgano.

Haciendo la analogía de una fábrica, las células madre pueden dar pie a la fábrica entera, pero las progenitoras solo al departamento al que pertenecen. Estas células se encuentran resguardadas por células más diferenciadas y llevan a cabo una división asimétrica; esto quiere decir que una célula hija será para autorrenovación, mientras que la otra se va a diferenciar para surtir de células especializadas al tejido.

Un factor importante que se debe considerar en el tratamiento del cáncer, es que **las células del tumor canceroso no son homogéneas**. En el tumor existen las células madre cancerosas, las cuales tienen una tasa de división celular reducida con relación a las otras células tumorales. Su estudio ha cobrado relevancia ya que se les asocia con la prevalencia de la enfermedad. Estas células son el resultado de la acumulación de mutaciones en las células madre adultas con las que contamos, o de células normales que se transforman en este tipo.

Renaciendo de las cenizas ¿Cómo el ave fénix?

Las células madre cancerosas se dividen de

forma asimétrica y con poca frecuencia (se encuentran en un estado de reposo o de arresto celular que es reversible). Debido a ello se dice que están en quiescencia, en este estadio la célula lleva a cabo sus funciones metabólicas, pero está protegida de los tratamientos antiproliferativos ya que **no se encuentra en división celular**. Por este motivo, cuando un paciente es sometido a quimioterapia puede presentar una mejoría transitoria, ya que se eliminan las células cancerosas de rápida proliferación. Sin embargo, las células madre cancerosas permanecen en quiescencia y cuando este estadio es revertido, comienza la producción de células patológicas y el paciente presenta una reincidencia, como consecuencia de que no se eliminó totalmente la enfermedad.

Barriendo las cenizas

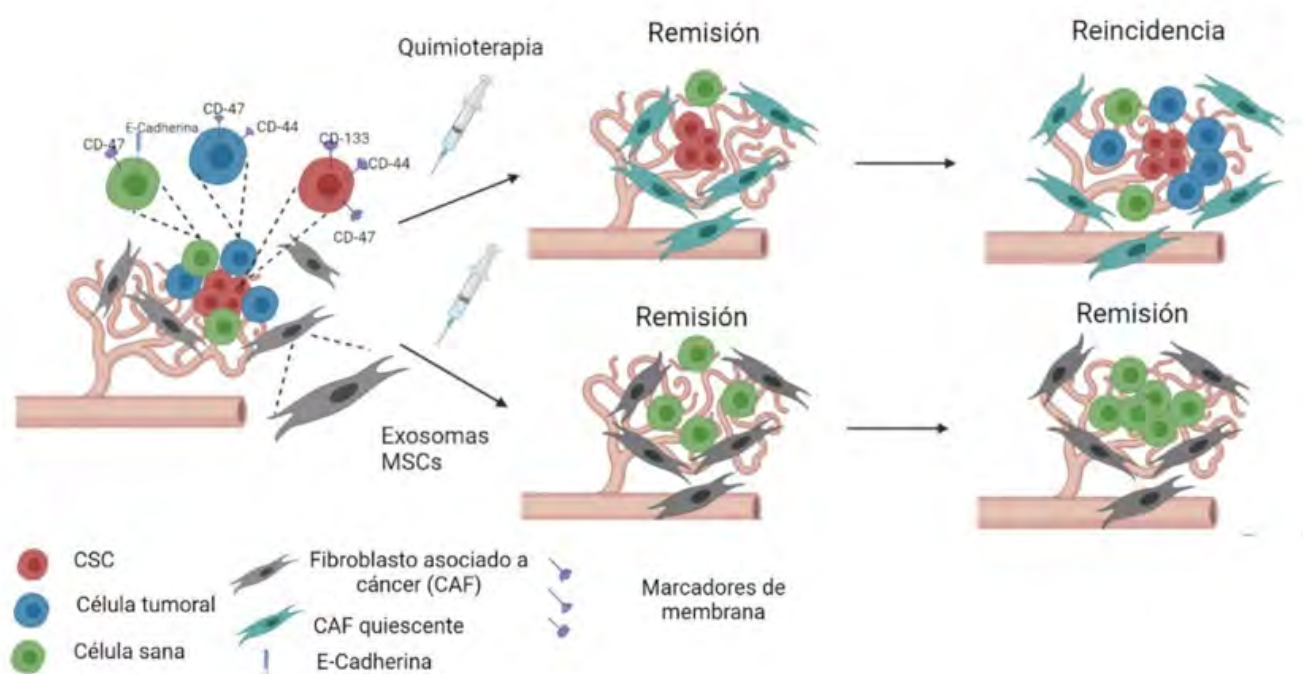
Para poder eliminar a las células madre cancerosas es necesario **identificarlas**, lo cual puede hacerse gracias a las proteínas que expresan en su superficie, su señalización intracelular y el entorno en el que se desarrollan. Usualmente el cuerpo se defiende así mismo por medio del sistema inmune, el cual está conformado por barreras físicas (tejidos), células y proteínas; pero cuando se trata del cáncer, estas estrategias se ven limitadas. Por fortuna, se puede apoyar de forma externa, introduciendo en el paciente fragmentos de la amenaza para que así el sistema inmune pueda reconocerla y eliminarla, proceso conocido como **inmunización**.

En el caso de las células madre cancerosas, se introduce material embrionario o **células madre inducidas en el laboratorio**, ya que son similares; sin embargo, estas opciones son costosas y difíciles de obtener. Otra alternativa es el **tratamiento**

con anticuerpos; estas proteínas son capaces de reconocer y bloquear blancos específicos como los receptores que expresan este tipo de células en su superficie o proteínas que se encuentran en el ambiente tumoral que ayudan a la movilización celular (quimiocinas), inhibiendo el desarrollo de las células madre cancerosas o incluso provocando su muerte.

Es así que podemos decir que, si bien las células madre cancerosas tienen una mayor jerarquía entre las células cancerosas, no significa que no puedan ser eliminadas con el tratamiento adecua-

do; no obstante, es necesario desarrollar terapias contra estas células con una mayor accesibilidad en cuanto a costos y procesos de producción. Asimismo, debemos recordar que **no existe una terapia con 100 % de efectividad**, por lo que es necesario administrar un esquema de tratamientos complementarios utilizando las terapias ya desarrolladas y basados en cada paciente, conocida como «terapia personalizada». De esta forma se podrá eliminar al ave fénix y tener un mejor pronóstico.



Resistencia a quimioterapia: Ambiente heterogéneo canceroso típico y administración de medicamentos de quimioterapia tradicional y terapia dirigida a células madre cancerosas (CSC) Se muestra la evolución de cada tratamiento.



Arvelo F., Cotte C. y Sojo F. (2014). Células madre y cáncer. *Investigación Clínica*, 55(4), 371-391. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332014000400008

Eguiara A., Elorriaga K., Rezola R. y García-Martín Á. (2012). Células madre tumorales: una diana terapéutica en el cáncer de mama. *Revista de Senología y Patología Mamaria*, 25(3), 107-115. <https://www.el>

sevier.es/es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria--131-articulo-celulas-madre-tumorales-una-diana-So214158212700245

Hayat H., Dwan B.F., Gudi M., Bishop J.O. y Wang P. (2021). A Concise Review: The Role of Stem Cells in Cancer Progression and Therapy. *OncoTargets and therapy*, 14, 2761-2772. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8068480/>

ARTÍCULO

El cubismo, síntesis intelectual y experiencia del desmoronamiento del tiempo

María Guadalupe Matus Ramírez



Museo Nacional Reina Sofía. Fotografía M.G. Matus Ramírez.

María Guadalupe Matus Ramírez. Profesora de tiempo completo de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.
matuslup@gmail.com

El inicio de una idea

Repasando los recuerdos de un viaje a Madrid, se me presentaron un par de fotografías del año 2012 que retrataban un breve recorrido por la ciudad. Allí puede verse la sala del Museo Nacional Reina Sofía, en el que se encuentra expuesto el *Guernica* de Pablo Picasso. Numerosos visitantes pasan horas sentados en el piso de la estancia mirando ese enorme mural en blanco y negro. En el recorrido de la habitación pueden apreciarse los bocetos que realizó Picasso antes de la versión definitiva.

De esa remembranza nació este breve escrito sobre las **ideas que se encuentran detrás de la propuesta artística del cubismo de Picasso**. Para ello, es preciso remontarse a los orígenes de este movimiento que se sitúan en su obra *Las Señoritas de Avignón*, pues, además de que cronológicamente se ubican en el periodo en el que Picasso comienza a crear bajo las premisas de este estilo, también inauguran teóricamente una propuesta que, por su novedad, representa un parteaguas en la historia del arte.

A Picasso **se le atribuye el papel de máximo exponente de este movimiento**, aunque junto a él, es necesario mencionar a Georges Braque y a Juan Gris, entre otros, quienes también representan de manera significativa la obra cubista. El cubismo crea un nuevo lenguaje, despega los objetos de las leyes del espacio y el tiempo para crear una realidad nueva. El cubista juega con las formas hasta estirarlas, fragmentarlas, alargarlas, desmembrarlas y volverlas a unir y, por si fuera poco, puede contemplarlas desde diversos ángulos como si se observaran todos los planos de forma simultánea, porque

el cubista se recrea en una materialidad convertida en idea.

Cubismo y la resignificación del mundo en una síntesis intelectual

Picasso es contundente sobre el objetivo que se propone con la construcción de su obra: busca una **reinterpretación y resignificación de la realidad**, pues le interesa tomarla, alargarla, modelarla, recomponerla si es necesario, llevando hasta sus últimas consecuencias una interpretación propia de los objetos, como sucede cuando hace sus variaciones sobre *Las Meninas* de Diego Velázquez, creando las suyas:

Así lo explicaba el propio Picasso a Sabartés ya en 1950 [...] «Poco a poco crearía una pintura de *Las Meninas* que estoy seguro horrorizaría a los especialistas en copiar a los maestros antiguos. No sería *Las Meninas* que vi cuando miraba al cuadro de Velázquez. Serían mis *Meninas*» [...] Haciendo saltar audazmente a *Las Meninas* por encima de trescientos años





de arte, y mirando no al cuadro original sino a una postal en blanco y negro que conservaba cuidadosamente, Picasso altera el matizado cromatismo de Velázquez, la situación o las proporciones de los personajes, así como su número, y por supuesto, el grado de abstracción y el estilo [...] (Jiménez-Blanco, 2008, pp. 527-534).

Se puede hablar del cubismo como una síntesis intelectual no solo por la técnica o por las formas propias de este estilo, sino sobre todo por la propuesta conceptual que se deriva de esta vanguardia. El cubismo ubica al espectador en una posición peculiar frente a la obra de arte, suscita una relación no de contemplación entre el público y la obra, sino un idilio en el que prevalece la resignificación, la reconstrucción y la síntesis intelectual. Es decir, **el espectador debe comprender la obra, hacerla suya o más aún, crear una nueva**, partiendo de los datos que la pintura le brinda a la hora de observarla. La obra cubista es valiosa porque no está vinculada a la naturaleza, no la imita, sino que la reconstruye por medio de su disgregación y su desintegración.

Como si se fragmentara en cada una de sus partes, una forma geométrica elaborada gracias al delicado cálculo con el que el artista la imagina, a través de un ejercicio de intelección y desapegado de su forma natural, facilitando su recomposición en la mente del espectador.

El cubismo **se convierte en una síntesis intelectual**, tanto en el artista como en el espectador, pues a partir del cubismo habrá que «pensar» las obras, no solo experimentarlas. Así, el artista y el público deben liberarse de sus prejuicios para aproximarse al cuadro que se presenta con formas nuevas, con el color y el volumen, la perspectiva y el movimiento que exigen ser recreados en la mente del artista y el espectador. Ya no con una mirada a simple vista.

La creación de la obra para el cubista no es un acontecimiento espontáneo, sino que requiere de un serio **proceso de conceptualización**, de síntesis entre lo que contemplan sus ojos y lo que su intelecto elabora. Por este motivo, para el cubismo es importante el problema del volumen, del espacio y sobre todo de la línea como el elemento predominante, más aún que el color, porque no importa el

colorido natural de las cosas sino la visión sintética de un intelecto que rediseña la realidad como vista a través de un lente.

La experiencia de desmoronamiento del tiempo

Al cubismo le importa también el tiempo, como si este se precipitara en un instante, es decir, para el cubismo el pasado, el presente y el futuro pueden percibirse en un solo momento, en una sola obra al mismo tiempo, se trata de una especie de experiencia de simultaneidad, descrita por Gadamer, Ingarden, Dufrenne y Croce como una relación de camaradería en donde el receptor es advertido, en su presente, sobre el sentido del tiempo por la obra de arte que trasciende las leyes de la temporalidad (Castro, 2003, pp. 587-599), como si frente a los ojos del espectador pudieran transcurrir todos los momentos de la figura, todos sus ángulos y dimensiones al mismo tiempo. Esa percepción del tiempo solo está presente en el intelecto, por eso es que se puede decir que **el cubismo se trata de una síntesis intelectual entre arte y ciencia.**

José Gordon, en su artículo «Universo cubista», establece un paralelismo entre la obra cubista y las paradojas de la relatividad imaginadas y planteadas por Albert Einstein y su amigo Michelangelo Besso, quienes desde el entorno científico y siendo contemporáneos a Picasso, intentan conjeturar cómo podría ser el mundo si uno se montara sobre un rayo de luz, o si viajáramos en un tren que corre a «tiempo luz», es decir, a trescientos mil kilómetros por segundo. Estos experimentos mentales que Einstein realizaba, no eran otra cosa sino aquello que sus contemporáneos cubistas se proponían en el mundo del arte, experimentando como si fuera posible contemplar la realidad desde puntos de vista inimaginables y con la experiencia de la simulta-

neidad del tiempo y de los planos que distorsionan la realidad que creemos conocer.

La obra cubista produce efectos semejantes a la observación de una figura a través del transcurrir del tiempo, es aquello que algunos denominan **experiencia estética**, donde la realidad se desmorona o se amontona en el tiempo:

Aunque nada hecho de materia puede alcanzar la velocidad de la luz [...] Leonard Shlan nos lo pinta de esta manera: Si un tren viajara a la velocidad de la luz (trescientos mil kilómetros por segundos) y desde este observáramos una torre con un reloj que marcará las doce del día, después de un minuto en nuestro reloj de mano, el tiempo del reloj de la torre seguiría siendo el mismo. Paradojas de la relatividad. El pasado y el futuro del tren se vuelven un presente expandido. La torre del reloj y el árbol veinte kilómetros adelante suceden simultáneamente. Este viaje también crearía distorsiones en las formas de los objetos ordinarios tal como se ven a velocidades comunes (Gordon, 2004, pp. 109-110).

Una distorsión de este tipo es la que propone el cubismo como si, a través de un ejercicio de imaginación, los ojos pudieran contemplar las leyes de la física.

En conclusión, **el cubismo representa la materia y el tiempo logrando una síntesis entre imaginación y geometría.** Consigue una conexión peculiar entre la creación artística y las formas en que la ciencia explica la trayectoria de la luz. Así, mientras Einstein piensa en una forma distinta de ver el mundo descifrando sus leyes físicas, Picasso, Braque y Gris, buscan estilos que requieren también una nueva manera de contemplar e imaginar el tiempo y el espacio.



Gordon J. (2004). Universo Cubista. *Revista de la Universidad de México*, 9, 109-110. <https://www.revistadelauniversidad.mx/articles/46292583-7cd4-400e-bcb3-4866397380f5/universo-cubista>

Jiménez-Blanco M. (2008). Picasso y la historia. El caso de Las Meninas. *Anales de Historia del Arte. Revista Cien-*

tífica Complutense, Volumen Extraordinario, 527-534. <https://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/article/view/ANHA0808120527A>

Castro Sixto J. (2003). La temporalidad de la obra de arte. *Anuario Filosófico*, 36(3), 587-599. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/4401/1/2.%20CASTRO.pdf>

ARTÍCULO DE PORTADA

El potencial de la microbiota vegetal para alimentar al mundo

Elizabeth García-Cárdenas y León Francisco Ruíz-Herrera





Ilustración: Isabel Padilla

La antesala de un desastre

Actualmente, el **cambio climático global** es un factor que ha modificado rápidamente las condiciones de vida de todos los organismos del planeta; es un fenómeno ocasionado por la **acumulación de distintos gases en la atmósfera** que retienen el calor y, en consecuencia, modifican la temperatura de los ecosistemas. Esta situación es alarmante, principalmente porque el incremento de estos gases (dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y otros compuestos industriales) está relacionado al aumento de la población humana y sus actividades.

Un evento preocupante es el incremento de las zonas áridas o desertificación que amenaza la productividad agrícola y, por tanto, la disponibilidad de alimentos para una población mundial en constante crecimiento. En este escenario tan preocupante, **¿qué tipo de soluciones podrían aplicarse para mejorar la adaptabilidad y productividad de los cultivos?**

Imaginemos las condiciones ambientales de una zona hostil para la vegetación como lo es un desierto: altas temperaturas, deficiencia de agua, suelos arenosos, salinos y alcalinos. Considerando en conjunto estos factores que limitan las formas de vida, es sorprendente ver la presencia de plantas

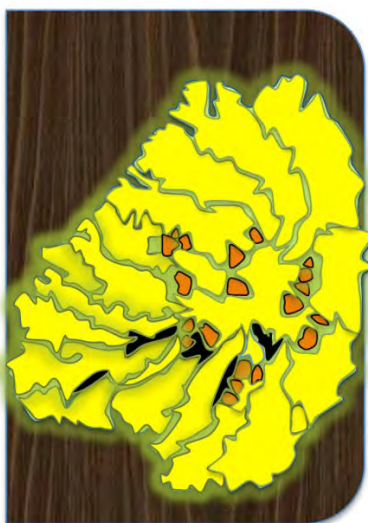
en estos lugares, ¿cómo logran sobrevivir?, ¿cómo obtienen los nutrientes? La respuesta puede ser la solución ante el inminente cambio climático global.

La importancia de la microbiota vegetal

Las plantas poseen características distintas de acuerdo al tipo de ambiente en el que se desarrollan. En un desierto encontraremos que las plantas desarrollan hojas con forma de espinas, reducción del tamaño de sus órganos, desarrollo de raíces muy largas y actividad de fijación de dióxido de carbono al alba y al atardecer para disminuir la pérdida de agua; sin embargo, la clave de su supervivencia va más allá de lo que se puede ver a simple vista... ¡Está en el suelo!

Dentro y fuera de los tejidos de las plantas podemos encontrar una gran diversidad de microorganismos, pero los que residen en las raíces son los más abundantes. Hay una estrecha **asociación de las raíces con los microorganismos que habitan el suelo**, entre ellos se pueden identificar bacterias, hongos y protistas, tanto benéficos como patógenos, los cuales conforman la «microbiota». El ser humano, las plantas y todo tipo de organismos multicelulares dependen de su microbiota para sobrevivir, conformando asociaciones simbióticas.

Líquenes



Hongos-algas verdes ó cianobacterias

Bacterias fijadoras de nitrógeno



Leguminosas- Rhizobium

Micorrizas



Hongos-raíces

Fotografía de E. García Cárdenas.

La simbiosis como clave para la supervivencia

Una simbiosis es una interacción muy estrecha que ocurre entre poblaciones de especies distintas, en las que el huésped y su simbionte obtienen un beneficio que es imprescindible para su supervivencia. En las asociaciones simbióticas mutualistas ambos se benefician, por ejemplo, entre plantas y microorganismos benéficos podemos mencionar a los líquenes (hongos-algas), la fijación de nitrógeno en leguminosas por *Rhizobium* (raíces-bacterias) y a las micorrizas (raíces-hongos).



Efecto bioestimulante en plantas de *Arabidopsis thaliana* Inoculadas con *Bacillus* sp. *in vitro*

Fotografía de E. García Cárdenas.

¿Qué hace la microbiota benéfica para estimular el crecimiento de la planta?

En la naturaleza, las asociaciones simbióticas mutualistas de las micorrizas y las rizobacterias, solubilizan nutrientes produciendo compuestos muy diversos y facilitando su captación por las plantas, a su vez, las plantas les proporcionan carbono orgánico en forma de carbohidratos, aminoácidos y otros compuestos orgánicos nutritivos a través de los exudados de las raíces. Numerosos estudios han demostrado que estos exudados actúan como señales químicas que funcionan como atrayentes de grupos específicos de bacterias benéficas, moldeando así su propia microbiota. Por ejemplo, las leguminosas exudan flavonoides para atraer bacterias del grupo de *Rhizobium*, al ser percibidos, *Rhizobium* expresa genes del factor NodD, que son los responsables del proceso de nodulación para iniciar la internalización de la bacteria en las raíces y fijar el nitrógeno atmosférico.

La superficie de suelos para la agricultura en el mundo es muy limitada

Los principales cultivos en el mundo son trigo, maíz y arroz, pero no todos los suelos son adecuados para cultivarlos. En América Latina, **solo siete países cuentan con suelos idóneos para la agricultura**; México se encuentra en segundo lugar

después de Argentina, por esta razón, es indispensable hacer un buen uso de esos suelos para cubrir la demanda de alimentos. Mundialmente, los suelos presentan deficiencias nutrimentales que limitan la productividad agrícola, siendo los principales nutrientes carentes el nitrato, el amonio, el hierro y el fosfato, por esta razón, los fertilizantes los contienen y se aplican en grandes cantidades. Así, el impacto por el uso prolongado y abundante de agroquímicos, ha puesto en la balanza la productividad agrícola contra la integridad de los recursos naturales y la diversidad microbiana de los suelos.

Debido a esta problemática, las soluciones van encaminadas al conocimiento de las interacciones planta-microorganismo en su ambiente natural para utilizar su potencial en las prácticas agrícolas. La facilitación de los cuatro macronutrientes esenciales mencionados, ocurre por la actividad microbiana de la siguiente manera:

- a) *Rhizobium* forma nódulos en las raíces de leguminosas para transformar el nitrógeno atmosférico en **nitrato y amonio**. Otras bacterias como *Azospirillum*, *Frankia* y *Azotobacter* fijan el nitrógeno sin internalizarse en la planta.
- b) La mayoría de las bacterias y hongos captan

el **hierro**, un elemento limitante para las plantas a través de la producción de sideróforos, compuestos orgánicos de bajo peso molecular de alta afinidad al hierro.

c) Para obtener **fosfato**, producen enzimas llamadas «fosfatasa» que lo liberan cuando está unido a otras moléculas o es solubilizado por ácidos orgánicos que acidifican el suelo, haciéndolo disponible. *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. y las micorrizas, son buenos candidatos solubilizadores de este nutriente.

La aplicación de fertilizantes tiene limitaciones para continuar su uso debido al exceso de nutrientes que contienen, los cuales no son asimilados eficientemente por las plantas, lo que provoca con el tiempo la contaminación de los suelos y cuerpos de agua.

Herramientas de defensa

La microbiota del suelo es también responsable de **prevenir enfermedades y de mejorar el sistema inmune de las plantas**. La epidermis, tricomas, cutícula cerosa, pared celular y corteza son algunas barreras de protección que exhiben las plantas. Pueden detectar sustancias o componentes microbianos tóxicos (flagelina, quitina) a través de receptores, desencadenando una respuesta de

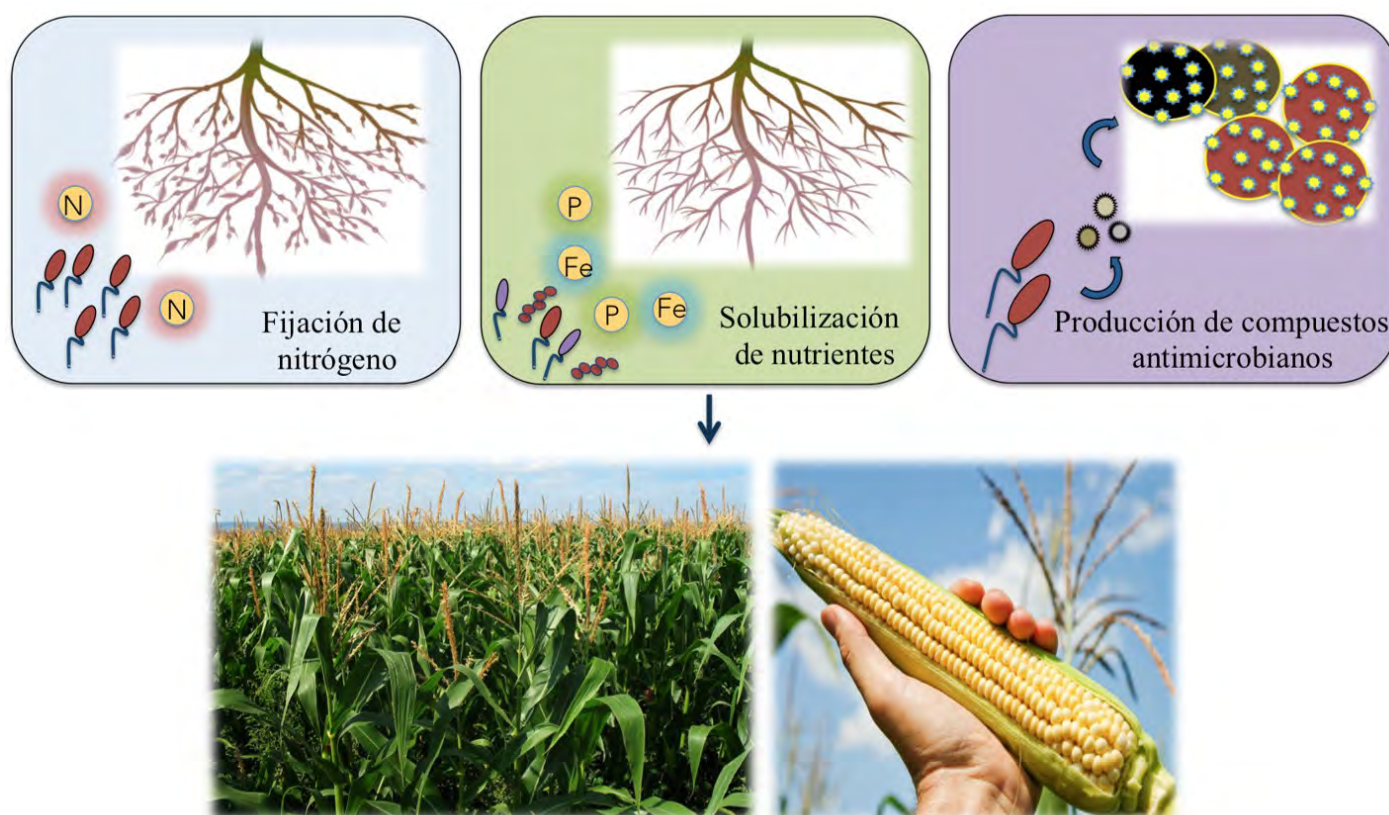
señalización celular para producir compuestos antimicrobianos y fortalecer su sistema inmune; sin embargo, la interacción con microorganismos benéficos les confiere una ventaja extra, ¡les permite activar su inmunidad y estar alerta antes de ser atacadas estimulando su defensa!

Los exudados de las raíces permiten reclutar microorganismos específicos que atacan a los patógenos a través de la producción de antibióticos y otros compuestos antimicrobianos. La planta de jitomate, por ejemplo, produce ácido láctico y ácido hexanoico para atraer *Bacillus cereus* y reducir el daño por la bacteria *Ralstonia solanacearum* que causa la marchitez.

Con base en estas características que posee la microbiota vegetal en los procesos de nutrición y defensa, se han aislado y estudiado microorganismos sobresalientes para aplicarse como *biofertilizantes en distintos cultivos*. Ejemplo de ello son las micorrizas del grupo Glomeromycota, las bacterias *Rhizobium* sp, *Azospirillum* sp, *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp y hongos del género *Trichoderma* sp.

Un futuro alentador

Los agroquímicos han mejorado el rendimiento agrícola con consecuencias negativas al ambiente a lo largo de su implementación, por lo



Propiedades microbianas que estimulan el crecimiento y defensa de las plantas

Fotografía de E. García Cárdenas.

que se tienen que considerar otras soluciones prácticas viables para reducirlos o sustituirlos. **Los biofertilizantes son excelentes herramientas de bajo costo y de mínimo impacto ambiental**, contienen agregados de microorganismos vivos que mejoran y estimulan la nutrición e inmunidad en las plantas. Por estas propiedades, necesitan ser explorados ampliamente para utilizarse como prioridad en el campo. Las **limitaciones del uso de biofertilizantes** radican en la composición del suelo, el pH, la salinidad, el tipo de cultivo y su composición microbiana, los cuales pueden afectar considerablemente su adecuado establecimiento y colonización en el suelo y la planta, disminuyendo su efectividad, razón por la cual su uso no ha logrado reemplazar totalmente la fertilización.

Reforzar la investigación para abarcar todas las variables que comprometan su eficiencia, resultará en **una nueva revolución verde** que cubra la demanda de alimento y conduzca a la preservación de los recursos naturales.

Ahora, cada vez que veas una planta crecer en ambientes desérticos, muy fríos, en suelos muy salinos y ácidos, sabrás que no están confrontando esas condiciones solas, es seguro que su microbiota es la responsable de ayudarlas a sobrevivir.

La naturaleza tiene todas las respuestas, adentrarse a descubrir sus secretos y aplicarlos en la vida cotidiana es la forma más divertida e interesante del aprendizaje.

León Francisco Ruíz Herrera es Ing. Biotecnólogo Ambiental (UAG), Maestro y Doctor en Ciencias en Biología Experimental, egresado de la UMSNH; además, Maestro en Nutrición y Doctor en Educación. Actualmente, se desempeña como Profesor Investigador de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. En su laboratorio, estudian el efecto de los nutrientes en el desarrollo de las plantas y su interacción con su medio ambiente. Ha impartido cátedras de Bases Moleculares de la Biología, Bioquímica, Energía, Procesos Metabólicos y Bases Biológicas, desde que inició la Lic. en Nutrición Humana en la UMSNH, hace 11 años.



ainuropoda@hotmail.com

Elizabeth García Cárdenas es Bióloga, egresada de la UMSNH en Morelia, Michoacán. Realizó una Maestría en Ciencias en Biología Experimental en el Instituto de



Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Actualmente, es estudiante de Doctorado en la misma Institución, en el Laboratorio de Biología del Desarrollo Vegetal, donde trabaja con bacterias benéficas aisladas del suelo y sus efectos en el crecimiento de la planta *Arabidopsis thaliana*. Ha publicado y colaborado en artículos científicos y de divulgación relacionados con el tema.

lizgarcia1003@gmail.com



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal de Suelos de la FAO. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/es/>

NASA. *Las causas del cambio climático. Animación simplificada del efecto invernadero.* Crédito: NASA/JPL-Caltech. <https://climate.nasa.gov/causas/>
Moreno-Reséndez A., García-Mendoza A., Reyes-Carri-

Ilo J.L., Vásquez Arroyo J. y Cano-Ríos P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 20(1), 68-83.

Rosenberg E. y Zilber-Rosenberg I. (2016). Microbes drive evolution of animals and plants: the hologenome concept. *mBio*, 7(2). DOI: 10.1128/mBio.01395-15

La realidad de las abejas



Al hablar de las abejas, es común que las relacionemos con la función polinizadora que llevan a cabo; también llega a nuestra mente la imagen de ellas zumbando o posadas sobre las flores. Asimismo, se nos ha hecho saber —y con mayor fuerza en los últimos años—, que si estos insectos voladores se extinguieran, la gran mayoría de las plantas que dependen de las abejas para reproducirse, también desaparecerían. ¿Te imaginas lo que esto causaría en nuestro planeta?

Para conocer un poco más acerca de estos polinizadores, te presentamos en este número tres artículos donde cada autor habla de la reali-

dad, los mitos y de cómo las tecnologías modernas pueden apoyar a su supervivencia. El primero presenta la situación actual a la que se enfrentan las abejas con el cambio climático (bajas y altas temperaturas, precipitaciones pluviales, etc.), escenario que está presente en todas las latitudes de nuestro planeta y que las pone en riesgo de llevarlas a su extinción. Este contexto es evidenciado en el artículo «Las abejas vs. cambio climático: Partido de ida», donde los autores, a modo de un juego de fútbol, narran quién va ganando.

El segundo artículo deja claro que las abejas no están exentas de los mitos, por ello, en «Mitos y



re a -
l i d a d e s
s ob r e l a s
a b e j a s», l o s
a u t o - r e s e s c l a r e c e n
a l g u n o s t e - m a s q u e t i e n e n q u e v e r
c o n s u a p a r i e n c i a, s u a g r e s i v i d a d, l a p r o d u c c i ó n
d e m i e l, l a v i d a e n c o m u n i d a d (c o l m e n a s) y s i r e a l m e n t e t o d a s e s t á n e n p e l i g r o d e e x t i n c i ó n.

Finalmente, sabemos que uno de los factores que más daño causa a las abejas es el uso indiscriminado de insecticidas químicos sintéticos, utilizados para proteger a los cultivos de los insectos plaga. Sin embargo, en los últimos años han surgido numerosas investigaciones y propuestas que

buscan ofrecer alternativas más amigables con el ambiente, una de ellas está plasmada en el artículo «Nanopartículas: Pequeñas grandes amigas de las abejas», donde las autoras proponen el uso de la química verde, en particular con el uso de nanopartículas por medio del diseño y creación de nanoplaguicidas a partir de fuentes naturales, con lo cual se lograría reducir hasta diez veces la concentración del insecticida convencional y, por ende, disminuir la toxicidad hacia las abejas.

Leamos estos artículos que, sin duda alguna, contribuirán a enriquecer el conocimiento que tenemos de las abejas.

ARTÍCULO

Las abejas vs. cambio climático: Partido de ida

Eder Ramos Hernández y Blanca Patricia Castellanos-Potenciano



Imagen de xiSerge en Pixabay

Eder Ramos Hernández. Campo experimental Huimanguillo, INIFAP-CIRGOC, Investigador.

ramos.eder@inifap.gob.mx

Blanca Patricia Castellanos-Potenciano. Campo experimental Valles Centrales Oaxaca, INIFAP-CIRPAS, Investigadora.

castellanos.blanca@inifap.gob.mx

Desde grandes extinciones hasta soberbias y admirables adaptaciones, así han sido los resultados del constante torneo por la supervivencia de las especies y las condiciones climáticas que se han presentado en el planeta Tierra. Este análogo espectáculo deportivo es un ritual de confrontación en donde los equipos libran una batalla por el dominio del terreno de juego para no ser eliminados del torneo. Así, un gol es una proeza excepcional que les brinda una oportunidad de supervivencia en un juego donde todo se vale.

El juego de esta jornada lo disputan el equipo de **las abejas vs. el cambio climático**. La alineación de las abejas es representada por la especie ***Apis mellifera***, famosa por su acción polinizadora y empleada en la apicultura para la producción de diversos bienes como miel, cera, polen, propóleos, apitoxina, jalea real, entre otros productos. *A. mellifera* vive en colonias de miles de individuos que requieren de un constante suministro de alimento para el mantenimiento, crecimiento y multiplicación de sus colonias, por lo que las condiciones ambientales tienen una influencia fundamental.

El cambio climático a lo largo de las eras geológicas, ha sido importante para el desarrollo de la vida y la biodiversidad. En este encuentro, **temperatura y precipitación** serán los que alineen, **representando al equipo del cambio climático**, en el que las variaciones de estos factores son importantes: temperatura como parte del calentamiento global (aumento a largo plazo de la temperatura media del sistema climático de la Tierra) y precipitación con desfases en su presencia.

¡Arranca el juego!

Después de la previa, damos inicio. —*El saque lo tiene el equipo del cambio climático que en pocos segundos se enfila hacia la portería contraria*—. El

planeta ha experimentado cambios en su sistema climático que **han contribuido a la evolución y existencia de las especies** que lo habitan, por lo que las especies que lo experimentan se adaptan y evolucionan, o desaparecen. —*Pase largo de balón hacia la adaptación*—. Es un cambio que ocurre en el corto plazo para que un organismo pueda vivir y garantizar su reproducción debido a las variaciones en su entorno. Sin embargo, algunos organismos tienen que evolucionar a través de un proceso sucesivo en el que se van **transformando durante varias generaciones** para lograr la supervivencia. Así, los cambios en las condiciones climáticas y atmosféricas, han sido los desencadenantes en ambos procesos.

—*Tiro a la portería y esto es un ¡Golazo, golazo, golazo! del cambio climático*—. Gracias a estos cambios, conocemos la **biodiversidad actual**, un ejemplo son las mismas abejas que evolucionaron a partir de sus antepasados las avispas, como respuesta al cambio climático durante el Plioceno-Pleistoceno, donde surgió la abeja *Apis mellifera*.

—*Se reanuda el juego y las abejas mueven el esférico*—. La abeja *A. mellifera* existe desde hace más de 20 millones de años, dado los cambios en el clima, las que han soportado periodos de intenso calor o intenso frío, a los que se han adaptado a



Imagen de su mx en Pixabay



través del aprovisionamiento de alimento. —*Vemos triangulaciones con toques cortos de balón*—. De esta forma, surge un proceso de **coevolución entre las abejas y las plantas**. Aquí, las abejas presentan adaptaciones fisiológicas para obtener el alimento, como el largo de la probóscide (el órgano bucal de forma alargada de las abejas y otros insectos); por su parte, las plantas desarrollaron adaptaciones como la producción de flores atractivas para las abejas (colores, olores y principalmente la producción de néctar y polen). —*Se acercan a la portería, tiro, tiro y... ¡Gooooool! ¡Gooooool! de las abejas*—. Esta interacción coevolutiva ha influido de forma positiva en la **gran diversidad de flores** que vemos actualmente, favoreciendo la polinización y la producción de frutos. —*Con esta anotación de las abejas, se acaba la primera mitad de este partido, pausa y volvemos*—.

Segundo tiempo

—*Se reinicia el encuentro. Las abejas mueven el esférico, pero el conjunto del cambio climático rápidamente roba el balón y acelera el ritmo*—. En las últimas décadas, los efectos del cambio climático se han intensificado y ha sido atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas, intensificando el proceso de calentamiento global. —*¡Tiro, tiro! Y rebota en el poste*—.

—*Saque de meta, las abejas despejan desde su portería, rápidamente la temperatura roba el balón*—. Así, en los días más calurosos, las abejas se obligan a recolectar un mayor volumen de agua y a ventilar la temperatura dentro de la colonia, descuidando otras actividades, como la limpieza. —*La temperatura se enfila y es un ¡Gool! ¡Golazo!*—. Pese a la temperatura del ambiente, **las abejas mantienen la colonia en un intervalo de 33 a 35 °C**, generando corrientes de aire con sus alas para que las crías (larvas y pupas) se desarrollen de forma exitosa. Temperaturas por encima de este intervalo puede provocar daño neuronal o la muerte en las crías, además de promover el desarrollo de patógenos por la falta de limpieza. En caso contrario, si la temperatura desciende por periodos prolongados, obliga a las abejas a mantenerse en confinamiento y calentar la colonia, lo que aumenta la probabilidad de que se extiendan enfermedades causadas por el encierro.

—*Las abejas reanudan el juego. Saque de centro, el cambio climático roba nuevamente el balón y manda un pase largo a la temperatura y dispara a la portería*—. Las variaciones de **la temperatura también impactan en la relación coevolutiva planta-abeja**, creando un desfase temporal entre la disponibilidad del alimento y la dinámica poblacional del insecto. —*Y esto es un ¡Goooool! Contundente*,

señoras y señores, otro gol del cambio climático—. La abundancia y variedad floral está determinada por las condiciones climáticas que rigen el ciclo de vida de las plantas, por ello, las abejas acumulan alimento en los meses en que es abundante; sin embargo, si la floración se retrasa y además es poco abundante, las abejas no tienen tiempo ni recurso suficiente para almacenar lo necesario.

—*Se reanuda la jugada. Pase para la precipitación que domina el esférico, el jugador pasa la línea defensiva y va con todo*—. En los ecosistemas de selvas tropicales la cantidad de precipitación es importante, pero también lo es su distribución temporal. Los modelos de **predicción del cambio climático prevén una reducción en la distribución de la precipitación anual** con mayor frecuencia de eventos extremos. —*Tiro y... lo detiene el portero. ¡Qué jugada!*—. En ecosistemas con estaciones marcadas por la precipitación, si el periodo de secas se prolonga, las floraciones se pueden retrasar; si la lluvia se presenta de forma inesperada o torrencial durante la floración, provoca la caída de las flores, detiene el flujo de néctar y reduce las concentraciones de azúcares contenidos en el mismo, necesarios para la producción de miel. Sin embargo, aún bajo estas condiciones, las abejas logran recolectar lo necesario para alimentar la colonia.

—*Aquí viene el saque de meta, es un pase corto a la defensa de las abejas, aún están cerca del área chica, pase a la línea de centro, dominan el terreno y se dirigen al arco contrario*—. En general, **los insectos responden de manera más rápida que las plantas a los cambios** de temperatura y precipitación en el ambiente; la especie *A. mellifera* ha presentado algunas variaciones morfológicas y de comportamiento para habitar en condiciones ambientales con bajas temperaturas. —*¡Gooool! ¡Gooool! De la escuadra de las abejas. Una jugada rápida...*

Un momento, el árbitro acaba de anular el gol ¡Esto no puede ser! Veamos la repetición—. Aunque se ha observado potencial de *A. mellifera* a bajas temperaturas y con diferencias morfológicas (pelaje más largo, coloración más oscura) y de comportamiento (mejor aprendizaje por olfato y memoria para ubicar las fuentes de alimento), las comparaciones con especies homólogas que habitan en regiones similares, hacen suponer que esas características no son imprescindibles para que la abeja melífera habite bajo esas condiciones, por lo que aún no se considera una adaptación de la especie. —*Definitivo, el gol queda anulado y suena el silbato*—. Así, damos por terminado este encuentro, con un marcador de tres a uno, reafirmando la **supremacía del CAMBIO CLIMÁTICO**.

Análisis final del encuentro abejas-cambio climático

Tuvimos un primer tiempo donde ambos equipos estaban a la par; sin embargo, el ritmo acelerado del cambio climático durante el segundo tiempo fue aplastando a las abejas. Las actividades humanas, de manera directa e indirecta, han acelerado este proceso, lo que dificulta a las especies adaptarse a los cambios ambientales que se les presentan. No obstante, el mismo ser humano ha emprendido acciones que ha permitido mantener a las abejas; **la apicultura se ha promovido como una alternativa sustentable** de aprovechamiento y conservación en áreas naturales, impulsando acciones que promueven la investigación, la conservación y el comercio de productos derivados de las abejas, por lo que habrá que esperar en un siguiente encuentro para ver qué otras estrategias presentan las abejas para adaptarse al cambio climático y evitar así su aniquilación.



Álvarez-Ramírez A., Jiménez-González L., Ortiz-Muñoz E., Ruíz-García I. y Orozco-Hernández R. (2017). Influencia de las condiciones ambientales en la presentación de Ascospheosis (*Ascospheera apis*) o cría de cal en *Apis mellifera* (abeja). *Abanico Veterinario*, 7(3), 37-46. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322017000300037&script=sci_arttext

Castellanos-Potenciano B., Gallardo-López F., Díaz-Padilla G., Pérez-Vázquez A. y Landeros-Sánchez C. (2017). Spatio-temporal mobility of apiculture affected by the

climate change in the beekeeping of the Gulf of Mexico. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 15(4), 163-175. http://www.alki.hu/pdf/1504_163175.pdf

Castellanos-Potenciano B.P., Gallardo-López F., Sol-Sánchez A., Landeros-Sánchez C., Díaz-Padilla G., Sierra-Figueroa P. y Santivañez-Galarza J.L. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y cambio climático*, 2(1), 1-19. Vista de Impacto potencial del cambio climático en la apicultura (camjol.info)

ARTÍCULO

Mitos y realidades sobre las abejas

Karina Sánchez-Echeverría y Pablo Cuevas-Reyes



Fotografía: Miguel Gerardo Ochoa Tovar

Karina Sánchez-Echeverría. Estancia Posdoctoral CONACYT, Facultad de Biología, Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

kariecheverria@hotmail.com

Pablo Cuevas-Reyes. Profesor e Investigador de la Facultad de Biología, Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

pcragalla@gmail.com

Las abejas son insectos que **evolucionaron de una avispa hace al menos 100 millones de años**. Se pueden reconocer por la presencia de estructuras que les ayudan a recolectar el polen: pelos plumosos o ramificados y estructuras en su abdomen y patas, así como partes bucales especializadas para coleccionar néctar. Cuentan con seis patas, dos pares de alas y el cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. Desde su aparición en la tierra, la función que han desarrollado es la de **polinizar las plantas con flores**, es decir, hace posible la fecundación

de ellas y, por lo tanto, la **producción de frutos y semillas indispensables** para la supervivencia de muchos animales incluidos los humanos, lo que las convierte en uno de los insectos más **importantes ecológica y económicamente**, su trabajo ha sido valuado en 153 mil millones de euros a nivel mundial. A continuación, te aclaramos algunos mitos y realidades que se tienen acerca de ellas.

Todas las abejas son amarillas con rayas negras

Seguramente les ha pasado que cuando alguien hace referencia a algún suavizante de telas o cereal, lo primero que se viene a nuestra mente es una botella del suavizante de color rosa y el cereal de caja azul con un tigre, debido a que son productos muy reconocidos para la mayoría de la gente y/o llevan mucho tiempo en el mercado, pero eso no significa que sean los únicos o los mejores que tenemos.

Lo mismo sucede con las abejas, ya que cuando se escucha hablar de ellas, nos imaginamos a esa amarilla con rayas negras o cafés, que produce miel, que alguna vez nos ha picado y que es muy agresiva. Quizás sea porque son muy abundantes, fáciles de distinguir por su color, tamaño y las podemos observar prácticamente en cualquier lugar, hasta en el cine (*Bee movie*). La abeja a la que nos referimos es *Apis mellifera* o mejor conocida como la abeja de la miel, la cual **llegó a América en el siglo XVII** con los colonos europeos y fue domesticada para fines económicos, lo que signifi-

ca que no es originaria de nuestro continente, por eso se le considera como exótica.

En México existen aproximadamente **dos mil especies de abejas nativas**, de un total de veinte mil especies registradas en todo el mundo. Presentan una gran variedad de colores que van desde amarillos, cafés, negros, verdes, azules, así como tamaños muy variados de pocos milímetros hasta tres o cuatro centímetros, por lo que **no todas son como nosotros las imaginamos o conocemos**.

Las abejas son agresivas y pican

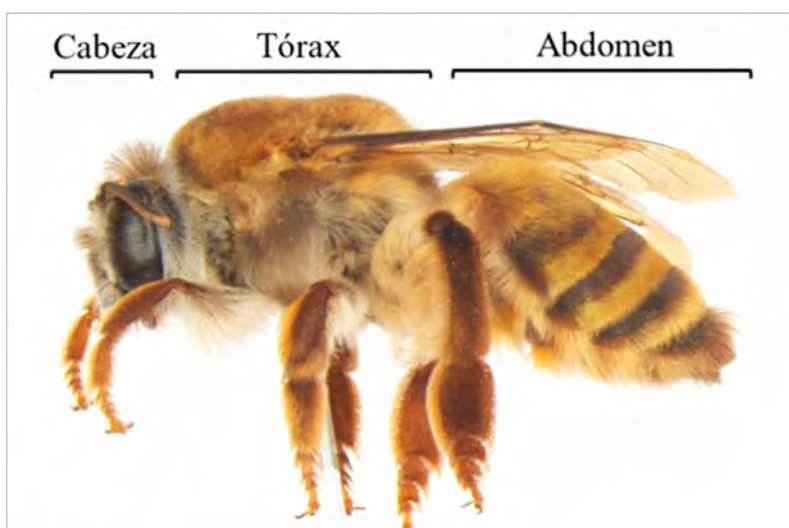
Existen varios argumentos que harían tomar como cierta esta aseveración, por ejemplo: 1) a la mayoría de las personas les ha picado una o varias veces una abeja a lo largo de su vida, 2) se observan o escuchan noticias sobre ataques, y 3) hasta una película sobre abejas asesinas existe. Si se comienza a indagar un poco sobre estos eventos, se darán cuenta que las participantes son las de la miel (*Apis mellifera*) o, en su defecto, avispas.

A pesar de que *Apis* es una especie que aún conserva su aguijón funcional, **es muy poco frecuente que se comporte de manera agresiva**, a menos que se sienta amenazada ella o su colonia; cuando la amenaza proviene de un humano responden con su vida ante tal situación, esto es así porque la piel de los humanos es más gruesa, su aguijón se queda atascado cuando pican y al intentar volar parte de su aparato digestivo se desgarran al quedar unido al aguijón.

A diferencia de *Apis*, **la mayoría de las abejas nativas no pican**, ya que su aguijón no es funcional o inclusive no lo presentan, y pensarán, entonces, ¿cómo hacen para defenderse de sus depredadores? Utilizan sus mandíbulas, es decir, muerden y aquí el dolor será mucho menor porque no hay presencia de veneno, más que la fuerza de su mandíbula.

Producen miel

Efectivamente, las abejas son de los pocos insectos que producen miel; sin embargo, se llega



En la abeja *Ptiloglossa* sp., se observa la anatomía característica de las abejas: cabeza, tórax y abdomen, la presencia de pelos y tres pares de patas. Fotografía de Jorge Mérida.

a pensar que todas la producen y no es así, ya que **menos del 7 % de las especies** del mundo la hacen. Para darnos una idea más clara de lo que esto representa, tendríamos que recordar que existen veinte mil especies diferentes en todo el mundo y de las descritas para México, solo dos especies *Melipona* y *Trigona*, además de *Apis* (la abeja exótica), almacenan cantidades considerables de miel.

Y como dato importante, antes de la llegada de *Apis* a América ya se consumía miel en México, y es que **en Mesoamérica el cuidado de las abejas se ha registrado desde la época prehispánica**. En la cultura maya, por ejemplo, se cuidaban a las que no tenían aguijón (*Meliponas* y *Trigonas*), las cuales eran su principal fuente de miel; estas vivían en los troncos huecos de los árboles de la selva, por lo que sus colonias eran cortadas y trasladadas a sus comunidades.

Esta actividad se realizaba con mucho respeto, pues consideraban que los dioses eran dueños de las abejas, inclusive tenían al **dios abeja conocido como *Ah Mucen Kab***, así que, la miel era utilizada con fines religiosos, medicinales, en la preparación de bebidas y como pago de tributo o trueque. Esta actividad se sigue conservando en varios estados de la República mexicana, principalmente en Chiapas, Campeche y Yucatán.

Viven en colonias llamadas colmenas

Debido a que la mayoría solo reconoce como abeja a *Apis mellifera*, es muy común que se llegue a pensar que todas tienen un comportamiento similar y que todas viven en comunidades grandes donde hay una reina, zánganos (macho) y obreras

dentro de una colmena o conocido popularmente como panal que ellas mismas fabrican, pero esto no es del todo cierto, ya que solo aplicaría para muy pocas especies, entre ellas *Melipona* y *Trigona*. La mayoría (más del 90 %) **viven solas**, es decir, son de comportamiento solitario y por lo tanto no construyen una colmena, por el contrario, **viven en el suelo**, ¡sí en el suelo! Allí hacen su nido (hoyo), ponen sus huevos y dotan de alimento a su futura descendencia, la cual no cuidarán.

Las abejas están en peligro de extinción

Los insectos, particularmente las abejas, son el polinizador principal de muchos cultivos agrícolas y plantas silvestres; sin embargo, en los últimos años esta actividad se ha visto amenazada y cada vez existe mayor evidencia que sugiere una **pérdida sustancial** de este y otros polinizadores a **nivel mundial**.

Específicamente entre los años 2006 y 2007, iniciaron las publicaciones de la pérdida a gran escala de colonias de abejas domesticadas *Apis mellifera*; durante la primavera e invierno de estos años, apicultores de 35 estados de Estados Unidos reportaron tasas inusualmente altas de pérdida. Este evento ha sido llamado **Síndrome del Colapso de las Colonias** o CCD por sus siglas en inglés (*Colony Collapse Disorder*), y tiene como principal síntoma la **presencia de pocas abejas obreras adultas** en la colmena. Curiosamente, no hay presencia de los cadáveres y no existen signos externos de alguna enfermedad, al parecer, tienen una **muerte súbita en el campo cuando salen a forrajear** (buscar alimento).



Tres especies de abejas: A) *Centris flavofasciata*; B) *Augochlora smaragdina*; C) *Anthidiellum apicale*. Fotografías de Jorge Mérida.



Abejas de la especie *Diadasia* sp. entrando a su nido. Fotografía de Jorge Mérida.

Cabe resaltar que la mayor parte de la información disponible sobre el declive de las abejas, es sobre la especie domesticada *Apis mellifera*; no obstante, **las nativas también están siendo afectadas**. Por ejemplo, se ha reportado una disminución en las poblaciones de abejorros (*Bombus* sp.) y abejas nativas de varias partes del mundo.

Se han propuesto numerosas causas de estas pérdidas; sin embargo, varias investigaciones señalan que podría ser una **combinación de va-**

rios factores, la mayoría de ellas **causados por el hombre**: intensificación del uso de la tierra para la agricultura y la ganadería, uso de agroquímicos, invasión de plantas y animales no nativos, enfermedades (ácaros, bacterias, virus), destrucción del hábitat, deforestación, urbanización y cambio climático.

Es bueno saber más acerca de las abejas para quitarnos los mitos y ver la realidad a las que ellas se enfrentan.



Danforth, B. (2007). Bees. *Current biology*, 17(5), 156-161. [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(07\)00826-3.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(07)00826-3.pdf)

Garza-González D.A. y Canto A. (2020). Abejas nativas y abejas africanizadas: ¿amigas o enemigas? *Desde el Herbario CICY*, 12, 58-63. [https://www.cicy.mx/Docu-](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2020/2020-03-19-Garza-Diego-Canto-Las-abejas-nativas.pdf)

[mentos/CICY/Desde_Herbario/2020/2020-03-19-Garza-Diego-Canto-Las-abejas-nativas.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2020/2020-03-19-Garza-Diego-Canto-Las-abejas-nativas.pdf)

Quezada-Eúan J. y Ayala-Barajas R. (2010). Abejas nativas de México. La importancia de su conservación. *Ciencia y desarrollo*, 36, 8-13. <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/247/Articulos/AbejasNativas/AbejasNativas1.html>

ARTÍCULO

Nanopartículas: Pequeñas GRANDES amigas de las abejas

Ma. Guadalupe Garnica Romo y Claudia Erandi Marcelo Alejo



<https://pixabay.com/es/photos/abeja-flor-de-cerca-insecto-1850116/>

Ma. Guadalupe Garnica Romo. Profesora e Investigadora de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ggarnica@umich.mx

Claudia Erandi Marcelo Alejo. Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Área Temática de Biotecnología Alimentaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 1028420j@umich.mx

La función de las abejas en el equilibrio ecológico mundial es de suma importancia, ya que debido a su labor de polinización es que existe la mayoría de los alimentos, como las frutas y las verduras, así como materias primas para la obtención de bebidas, medicinas, tintas y fibras que contribuyen a cubrir las necesidades de todos los seres vivos.

¡Hablemos de la polinización!

Se trata del transporte accidental de polen o néctar que ocurre cuando los polinizadores pa-

san de una flor a otra, es decir, el polen pasa de la parte masculina de una flor (antera) a la parte femenina (estigma) de otra o en la misma flor, permitiendo la reproducción de las plantas y, por tanto, la producción de frutos; esto es consecuencia del proceso de su alimentación. La transferencia de polen también se realiza a través del viento y el agua, pero el éxito de este proceso se garantiza cuando se lleva a cabo por medio de animales polinizadores.

Pero, **¿quiénes son los polinizadores?** Se le denomina así a un grupo selecto de animales que se alimentan del néctar o polen de las flores y están constituidos por **abejas, abejorros, mariposas, colibríes y murciélagos nectarívoros**, quienes durante su maratónico proceso de alimentación se revisten de polen de manera accidental, mismo que van dejando a su paso de flor en flor durante su trayecto, esto —aunado a un medio ambiente libre de contaminación— permite el desarrollo adecuado de la vegetación.

¿Cada vez hay menos abejas?

De todos los polinizadores mencionados, las abejas son el principal blanco de pérdida tanto de hábitat (paneles y nidos de hibernación) como de fuentes de abastecimiento alimenticio. Además, sufren de mortandad masiva causada por diversos

factores como el desarrollo de contaminación ambiental por el sector industrial, el uso desmedido de insecticidas y herbicidas en cultivos, jardines y áreas verdes, pastura a gran escala, prácticas de cultivos intensivos de la tierra y tala de vegetación. Lamentablemente, por todo lo anterior, las abejas en la actualidad son consideradas como una **especie amenazada de extinción**.

Los plaguicidas fabricados a partir de **reactivos químicos son el factor que más daño causan**, ya que cuando las abejas comienzan su jornada de polinización, estas son víctimas del polen contaminado por plaguicidas que se utilizan para proteger a los cultivos de todo aquello que amenaza o tenga contacto con las plantas en cultivo, sin excepción. El efecto del plaguicida requiere de algunos minutos para hacer acción, tiempo durante el cual la abeja intoxicada aún logra trasladarse a otras plantas y, de esta forma, contamina a más flores y a más abejas.

¿Los plaguicidas afectan más de lo que benefician?

A mediados del siglo XX los agricultores se encontraron frente a un aumento en la demanda de alimentos sin precedentes derivado del crecimiento poblacional, propiciando el uso intensivo de fungicidas, bactericidas e insecticidas, todos



Imagen propia

derivados de la síntesis química con una efectividad muy alta en el control de plagas, es por eso que el uso de plaguicidas sintéticos está enfocado al desarrollo de la agricultura. Sin embargo, el resultado obtenido no fue como se esperaba, ya que **el hecho de que se hayan utilizado por tanto tiempo**, aunado a factores como el imparable crecimiento poblacional, la falta de buenas prácticas en el uso de plaguicidas por parte de los agricultores y la carencia de normativas o leyes en pro del ambiente, **deriva en contaminación ambiental** y en el **desarrollo de resistencia a los plaguicidas** por parte de los organismos blanco: bacterias, hongos e insectos.

Para explicar un poco más lo anterior, empezaremos por mencionar que los plaguicidas están elaborados con base en la química tradicional, es decir, durante su proceso de fabricación se emplean reactivos tóxicos y una vez que finalizan su función como plaguicida, dejan residuos que persisten en el ambiente durante mucho tiempo contaminando aire, suelo, agua y consumidor, entre ellos, nosotros. **El alcance de dispersión** de diversos plaguicidas es de **hasta un kilómetro a la re-**

donda por medio del aire, lo que significa que hay una mayor zona de exposición contaminada para las abejas.

En el sur de nuestro país, cientos de apicultores notaron intoxicación, desorientación, agonía y descenso masivo de abejas, este hecho se tradujo en incertidumbre por no tener claro el motivo de lo que acontecía, así como en pérdidas económicas en la producción de miel. Posterior a una investigación exhaustiva en el manejo y funcionamiento de los plaguicidas, realizada por investigadores y profesionales del sector apícola, se concluyó que el uso de estos en los campos de cultivo aledaños a los apiarios, era lo que causaba un **daño irreparable en la producción de miel**. Es un claro ejemplo de que el uso de plaguicidas sintéticos y sin un control adecuado en su aplicación, trae más daños que beneficios.

La química verde: Una alternativa más amigable con el ambiente

Este reto científico busca encontrar la solución en una alternativa con grandes expectativas: la química verde, que tiene como finalidad ir reemplazando a la química tradicional presente en la mayoría de los productos de uso cotidiano y agrícola. Pero, **¿de qué se trata la química verde?**

Se trata de una **alternativa que permita anular la toxicidad de los productos químicos** desde la raíz, es decir, partiendo desde el proceso químico de creación, usando reactivos no tóxicos, métodos de síntesis de poca demanda de energías, equipos no costosos, tiempos pequeños de producción y con ello obtener reactivos inocuos y amigables con el ambiente. Entonces, podemos entender que se previene la contaminación a nivel molecular y se generan nuevos productos de uso cotidiano y agrícola que además de poseer todas las ventajas ya mencionadas, también considera un precio accesible de venta.

La química verde también tiene **influencia en diversas disciplinas de innovación y tecnología**, lo que permite que su impacto sea aún mayor. Una de esas disciplinas es la nanotecnología que estudia y manipula la materia en tamaños increíblemente pequeños, generalmente entre 1-100 nanómetros, además de comprender una amplia gama de materiales, procesos de fabricación y



Imagen propia



tecnologías que se utilizan para crear y mejorar muchos productos que usamos diariamente. La nanotecnología forma parte de la siguiente generación de innovación en la ciencia e ingeniería que transformará a muchos sectores, como la agricultura, las tecnologías de la información, la medicina, etc.

Química verde y bionanopartículas

El resultado de poder fusionar lo mejor de la química verde y la nanotecnología, es la generación de pequeñísimas amigas del medio ambiente: las **bionanopartículas**. Estas se obtienen a través de un **proceso de síntesis relativamente sencillo, económico y fácilmente reproducible en el laboratorio**, en donde los principales actores serán un disolvente no tóxico, un precursor metálico y un ejemplar vegetal del cual se puede utilizar cualquiera de sus partes (flores, hojas, ramas, raíces, etc.). Este proceso se lleva a cabo a temperaturas menores de 100 °C y periodos de tiempos de síntesis cortos, lo que se traduce en una reducción de insumos. El proceso de biosíntesis se considera económico, rentable, escalable, sencillo de repro-

ducir y, por si fuera poco, sus desechos son inocuos. Esto abre la puerta ante un gran panorama para el **uso de ejemplares vegetales en las formulaciones de plaguicidas**.

La tendencia de la nanotecnología en la agricultura busca aplicar todos sus beneficios por medio del diseño y creación de nanoplaguicidas, utilizando el potencial antibacterial y fungicida de fuentes naturales y con ello mejorar y elaborar productos innovadores cruciales en el futuro. Otras ventajas de las bionanopartículas son: eficiencia en la aplicación, mejora de productividad, optimización de recursos, obtención de mejores cultivos, solubilidad en agua e inocuidad de sus residuos.

Para dimensionar lo anterior, podemos decir que utilizar **nanoplaguicidas puede representar una reducción de hasta diez veces de la concentración del plaguicida convencional**. Otros aspectos a considerar son: probar nuevas fuentes sustentables para la generación de nuevos agroinsumos, encontrar una cantidad de nanopartículas ideal para no dañar la planta y el mejor método de aplicación del mismo.

Sabemos que estas investigaciones **en nuestro país se encuentran en etapa de desarrollo**, pero no se debe descartar que en un futuro se puedan fabricar a gran escala. Se sabe que para ello se deben de realizar exhaustivos y numerosos estudios sobre los efectos que estos puedan causar en la salud y en el ambiente.

Bien, ahora sabes que la ciencia desde su trinchera ha comenzado a proponer soluciones en contra del problema; sin embargo, también es cierto que son muchos los factores que se tienen que abordar para dar solución al tema de la conservación de las abejas, desde **leyes y normativas**, hasta la prohibición y **castigo al uso de plaguicidas con efecto tóxico** para de esta forma priorizar y garantizar su bienestar.

Nanopartículas al rescate de las abejas

Como sabes, las abejas son las encargadas de la seguridad alimentaria de la población mundial ya que **representan el motor de la agricultura...** ¡Y es real! Su labor simplemente no se puede sustituir, lo sabemos por investigaciones que consistieron en pruebas en tres sectores de árboles de manzanas: en el primer sector se realizó polinización manual a los árboles; al segundo sector se le privó de la polinización tanto manual como natural por abejas; y el tercer sector se polinizó de manera natural

(por abejas). El resultado de este estudio fue la clara evidencia de que la labor de las abejas en la polinización no puede sustituirse.

- 1.En el primer sector las plantas desarrollaron frutos de **tamaño promedio**, pero sin semillas.
- 2.En el segundo sector las plantas desarrollaron frutos **muy pequeños** y sin semillas.
- 3.En el tercer sector las plantas desarrollaron frutos de **buen tamaño** y con semillas.

Ahora que ya lo sabes, todos debemos proteger a las abejas, pues son nuestro seguro de supervivencia. Y si en algún momento una de estas pequeñas se acerca a ti, no la lastimes y tampoco la molestes, ella solo quiere comer, ganar energía y seguir su camino.



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (15 de Agosto de 2022) Polinización. Biodiversidad mexicana. <https://biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose/polinizacion/>

Dw Documental. (19 de Agosto de 2022). Bayer y las abejas | DW Documental [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=IPuuUuJ8220>

Muhammad A.I., Rab N., Muhammad Z., Muhammad A., Muhammad R., Shafaqat A., Sajjad A., Sehar T. (2021). Synthesis, characterization and advanced sustainable applications of titanium dioxide nanoparticles: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety 212 (2021), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.111978>

ARTÍCULO

La arquitectura se viste de verde con muros vivos

Emmanuel Alejandro Zapata Padilla y Alejandra Guadalupe Villegas Pañeda



Emmanuel Alejandro Zapata Padilla. Pasante de Ingeniería Civil adscrito a la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Acatlán Contigo.

eazp310198@hotmail.com

Alejandra Guadalupe Villegas Pañeda. Maestra en Ciencias Químicas y Química Farmacéutica Bióloga, Universidad Nacional Autónoma de México, Responsable del Laboratorio Institucional de Química de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal.

alejandra.villegas@ecosur.mx

Conforme las ciudades crecen, las áreas verdes desaparecen. Sin embargo, sobre el gris de la urbe es cada vez más común ver manchas verdes en las paredes de lo ya construido o en nuevas edificaciones. Estas manchas son los muros vivos o fachadas verdes que aportan múltiples beneficios en lo estético y en lo ambiental. En este artículo los desarmamos en sus componentes y exploramos sus beneficios.

La ciudad nos engulle

Los muros de las edificaciones de concreto proliferan rápidamente frente a nosotros. La expansión de las ciudades va con tal rapidez que en el mundo se estima que dos terceras partes de la población se concentrará en áreas urbanas en 2050. México ya supera esa predicción y la expectativa es que, **en solo diez años, más del 80 % de los mexicanos vivirá en la urbe.**

El crecimiento de las ciudades y la planeación deficiente de las áreas urbanas, llevan consigo la desaparición de espacios verdes, la inevitable pérdida de biodiversidad, la sobreexplotación de los recursos naturales, el alto consumo energético, la emisión de grandes cantidades de residuos, la desregulación de la temperatura ambiental, la contaminación del aire, la contaminación por ruido y la visual.

Por si fuera poco, la pérdida de espacios verdes en la urbe afecta la salud física y mental de sus habitantes. Precisamente, un indicador de la calidad de vida en las ciudades es la superficie de áreas verdes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera aceptable un **área verde mí-**

nima de 9 m² por persona. La Ciudad de México cuenta con 15 m² por habitante, pero si consideramos únicamente las zonas arboladas y accesibles, esa cifra se reduce a menos de la mitad. En otras ciudades la situación es más grave. Tijuana, por ejemplo, ofrece solo 0.44 m² de superficie verde por habitante.

El verde vuelve lentamente a las ciudades

Algunas manchas verdes de vegetación sobre los muros surgen ahora desafiando la invasión del concreto y van tomando espacios para solucionar algunos de los problemas ambientales que enfrentan las ciudades. **Los muros verdes son superficies verticales que albergan vegetación natural con una función ornamental y ambiental.**

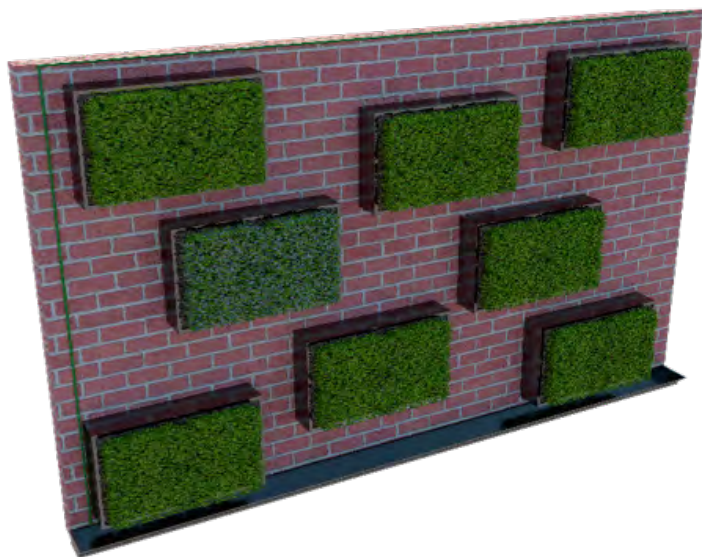
En 1980, el botánico francés Patrick Blanc, pionero de los jardines verticales contemporáneos, cambió por completo la percepción de los espacios arquitectónicos, al lograr obras majestuosas que revisten los edificios con una piel vegetal. En la actualidad, las naciones adoptan este tipo de conceptos de arquitectura verde y sustentable.



Fotografía de Emmanuel Zapata.

Muro Verde

Modular - Maceteros



Muros verdes

Los muros verdes o jardines verticales pueden ser muros vivos (*biomuros*) o fachadas verdes, la diferencia radica en cómo las plantas viven en la estructura. Los **muros vivos** son sistemas autosuficientes en el interior o en el exterior de un edificio y consisten en una **estructura externa que alberga la vegetación**, donde las plantas reciben el agua y los nutrientes del propio soporte vertical. Los muros vivos se clasifican en muros continuos o modulares: los primeros logran mantener las plantas mediante pantallas ligeras y permeables, mientras que los modulares utilizan contenedores para lograrlo, ya sea maceteros, bolsillos textiles u otros recipientes.

Las **fachadas verdes**, por otro lado, están constituidas generalmente por **plantas trepadoras** (como los muros de hiedra); estos sistemas soportan la vegetación a través de arreglos de cables o mallas.

Armando un muro vivo

Es posible crear un muro vivo a partir de uno existente de ladrillo o block añadiendo **soportes** de algún material resistente, como el metal, los cuales queden anclados en el muro y forman una cuadrícula para colocar todos los elementos y que estos puedan mantenerse. Entre los componen-

tes se debe considerar un **aislante térmico** entre la estructura del muro y la vegetación para evitar la humedad, para lo cual se pueden utilizar materiales reciclables como cartón de 6 mm, aluminio o Tetra Pak. Sobre los soportes y la membrana impermeable debe existir una estructura que mantenga firme al sustrato y las plantas, por ejemplo, macetas, mallas o textiles.

En un *biomuro*, las plantas viven directamente en el muro sobre un medio de crecimiento (sustrato) que las soporta y les permite anclar sus raíces. Para cuidar la edificación, el sustrato debe ser liviano, por lo cual, se utilizan materiales como fibra de coco, cascarilla de arroz y de musgo *sphagnum*, componentes orgánicos ligeros que retienen la humedad y se descomponen lentamente. Estos se combinan con otros inorgánicos, como perlita y vermiculita (silicatos de aluminio con algo de calcio y magnesio) que, además de su ligereza, proporcionan porosidad al medio.

Las plantas que visten un muro vivo deben **seleccionarse cuidadosamente**. La opción ideal es el uso de **especies nativas de la región**, ya que conservan los rasgos de adaptación natural, pues están hechas al clima y al agua disponible que llueve en la zona, por lo que los requerimientos para

Muro Verde

Continuo



su mantenimiento serán pocos, además de que promueve el sostenimiento de la diversidad vegetal de la región. En el abanico de posibilidades para vestir un muro, **pueden incluirse especies en peligro de extinción**. México, dada su riqueza biológica, ofrece un catálogo amplio de especies vegetales, entre ellas crasuláceas, cactáceas y helechos (solo por nombrar algunas familias), cuyos colores y formas inspiran la creatividad para un diseño vibrante.

Proveer a las plantas del agua necesaria es la función del **sistema de irrigación** en el muro vivo, que no es más que la tubería o manguera que distribuye el agua a toda la superficie. Cuando se trata de interiores, el agua excedente del riego debe recuperarse con una **canaleta** en la parte inferior para ser reutilizada. Algunos muros son tecnificados con sensores, ventiladores, motores y filtros para aumentar su rendimiento en la purificación del aire; otros utilizan sensores de humedad para tecnificar el riego, pero la mayoría no contempla estas tecnologías por el costo que conllevan.

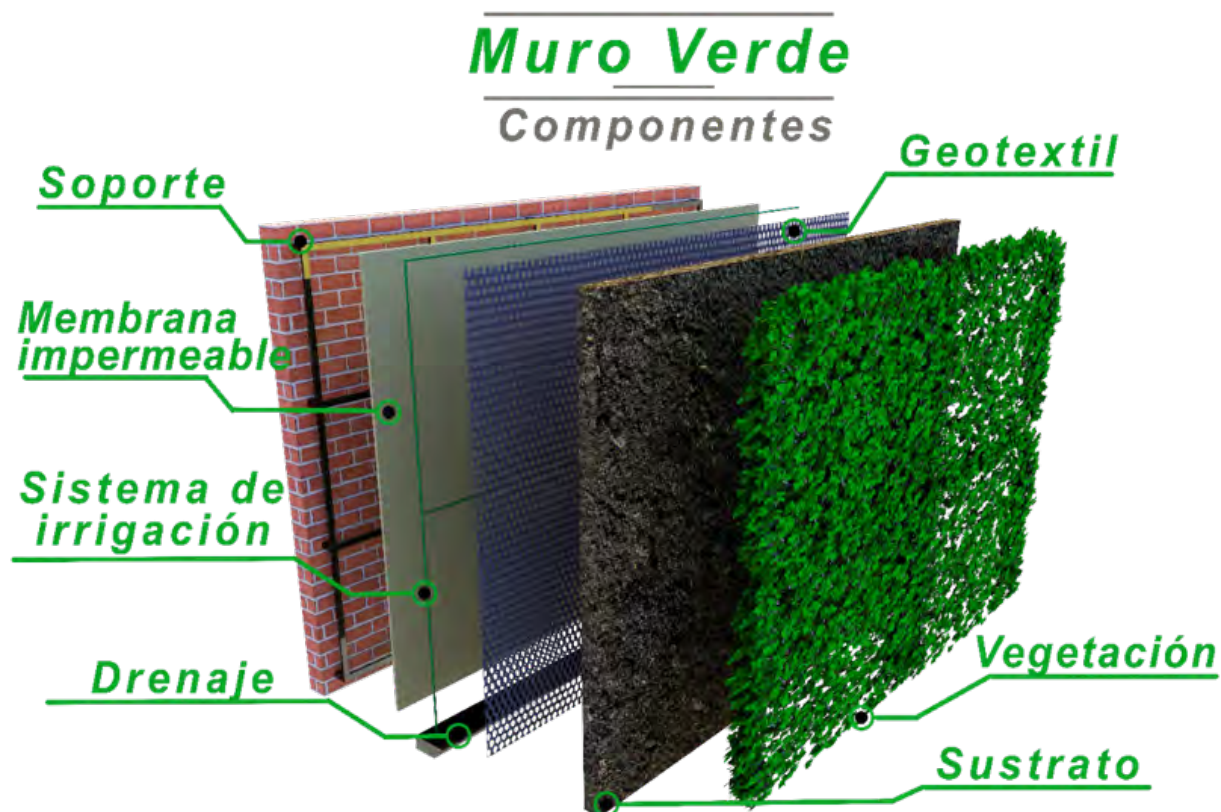
Beneficios de los muros verdes

Los muros vivos además de ser bellas acuarrelas verdes a nuestra vista, aportan beneficios

importantes como la **disminución de la isla de calor**, la reducción del ruido urbano, la regulación de la temperatura, la limpieza del aire y la posibilidad del tratamiento de agua contaminada.

A pesar de lo que pudiera sugerir su nombre, la isla de calor no es un fenómeno agradable, pues consiste en el aumento de la temperatura del aire en las ciudades debido al calor absorbido y luego liberado por el concreto de los edificios. La vegetación de los muros vivos puede regular este efecto a través de dos mecanismos: las plantas producen sombra que protege de la radiación directa del sol y, por otro lado, refrescan el ambiente por el proceso de evapotranspiración con la liberación de agua al aire circundante. Un muro vivo refresca la superficie externa del edificio y también la temperatura interior porque **el sistema vegetal funciona como un aislante de la temperatura externa**.

El ruido es algo inevitable en las ciudades, pero se ha demostrado que los muros vivos tienen también un buen **efecto en la absorción de sonido**, la cual dependerá de la cobertura y densidad de plantas en el muro, silenciando hasta tres decibeles el ruido urbano. Asimismo, **la calidad del aire mejora sustancialmente** ya que las plantas, a través de la fotosíntesis, utilizan la radiación solar



para crear energía en forma de glucosa a partir de dióxido de carbono y agua, aportando al ambiente el oxígeno que respiramos. Además, las plantas del muro vivo y los microorganismos que las acompañan, quitan y transforman diversos contaminantes del aire, **funcionando como filtros**, limpiándolo de sustancias como los denominados compuestos orgánicos volátiles (COV's).

Hablando de filtros, existe la posibilidad de utilizar los muros verdes como **sistemas naturales de limpieza de agua**, por ejemplo, para el tratamiento de aguas grises (aquellas que contienen sustancias jabonosas y restos orgánicos procedentes, habitualmente, de las duchas y lavabos). En este caso, el sustrato y la vegetación pueden funcionar como filtros físicos y biológicos para retener componentes contaminantes del agua y mejorar su calidad. Finalmente, el agua puede ser reutilizada para actividades secundarias en el hogar o en los edificios, como las descargas del inodoro, el lavado de ropa o para la limpieza.

El valor estético y la **influencia positiva en nuestra salud mental** son otros beneficios de los muros verdes. Se ha comprobado que el bienestar mental de los ciudadanos mejora con la presencia de áreas verdes, ya que ayudan a disminuir la fatiga y el estrés mental.



Fotografía de Emmanuel Zapata.

A pesar de todo lo bueno, los costos elevados de instalación, el constante mantenimiento que requieren las plantas durante su crecimiento y los posibles problemas de humedad en las edificaciones debidos a un mal manejo, son algunas posibles desventajas de estos sistemas. Sin embargo, estas pueden reducirse al mínimo con un plan integral dentro del ciclo de vida del muro.



Bonells J.E. (2018). Muros verdes y jardines verticales. Jardines sin frontera. <https://jardinessinfronteras.com/2018/02/02/muros-verdes-y-jardines-verticales/>

Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). Muros verdes: creatividad y experimentación biológica. [http://www.ecologia.unam.](http://www.ecologia.unam.mx/web/index.php/22-nuestro-trabajo/216-muros-verdes-creatividad-y-experimentacion-biologica)

[mx/web/index.php/22-nuestro-trabajo/216-muros-verdes-creatividad-y-experimentacion-biologica](http://www.ecologia.unam.mx/web/index.php/22-nuestro-trabajo/216-muros-verdes-creatividad-y-experimentacion-biologica)

Rendón Gutiérrez R.E. (2010). Espacios verdes públicos y calidad de vida. Sexto Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12860/07_Rendon_Rosa.pdf

ARTÍCULO

¿Alimentación con plantas?: Microbiota y síndrome metabólico

Atziri Gabriela Cruz Bravo y Gabriela García Campos



<https://pixabay.com/es/photos/search/vegetariana/>

Atziri Gabriela Cruz Bravo. Licenciada en Nutrición y pasante de la Maestría en Nutrición Humana de la Universidad de Morelia.
nutri.atg@gmail.com

Gabriela García Campos. Médico Cirujano Partero por la Universidad Autónoma de Guadalajara y pasante de la Maestría en Nutrición Humana de la Universidad de Morelia.
ggarciacmp.11@gmail.com

En la actualidad, gran parte de la población mexicana ha adquirido un estilo de vida sedentario y malos hábitos alimenticios, lo cual ha contribuido al desarrollo de diversas enfermedades que en conjunto pueden originar síndrome metabólico, que se ha relacionado con bacterias que viven en el intestino. Se ha observado, por ejemplo, que las dietas altas en grasa promueven la presencia de cierto tipo de bacterias que inducen una respuesta inflamatoria que provoca, principalmente, obesidad, resistencia a la insulina y diabetes mellitus.

La alimentación, especialmente a base de plantas, como **la dieta vegana, puede ser útil en el tratamiento y en la prevención del síndrome metabólico**, por tal motivo, es importante conocer cómo este tipo de comida pudiera regular las bacterias presentes en el intestino e impactar en las diferentes enfermedades asociadas a este síndrome.

Síndrome metabólico

El síndrome metabólico es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una **condición patológica**, caracterizada por obesidad abdominal, resistencia a la insulina, hipertensión y dislipidemia, además es considerado un factor de riesgo importante para padecer enfermedades cardiovasculares. A nivel mundial, aproximadamente entre un 20 y 25 % de personas padecen síndrome metabólico; **en México, se estima que uno de cada dos mexicanos mayores de 20 años lo padece**. Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estima que un 40 % de las muertes en el país se deben a alguna enfermedad relacionada con este síndrome, y es la diabetes mellitus una de las principales, seguida de enfermedades isquémicas del corazón, del hígado y eventos cerebrovasculares.



¿Quién está en riesgo de padecer síndrome metabólico?

Las personas que corren con mayor riesgo de padecer síndrome metabólico son las que cumplen por lo menos con tres de los cinco criterios que se describen en el siguiente cuadro, establecidos por el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol Panel de Tratamiento de Adultos III (NCEP ATP III); si además existe resistencia a la insulina, entonces se puede determinar que la persona tiene síndrome metabólico.

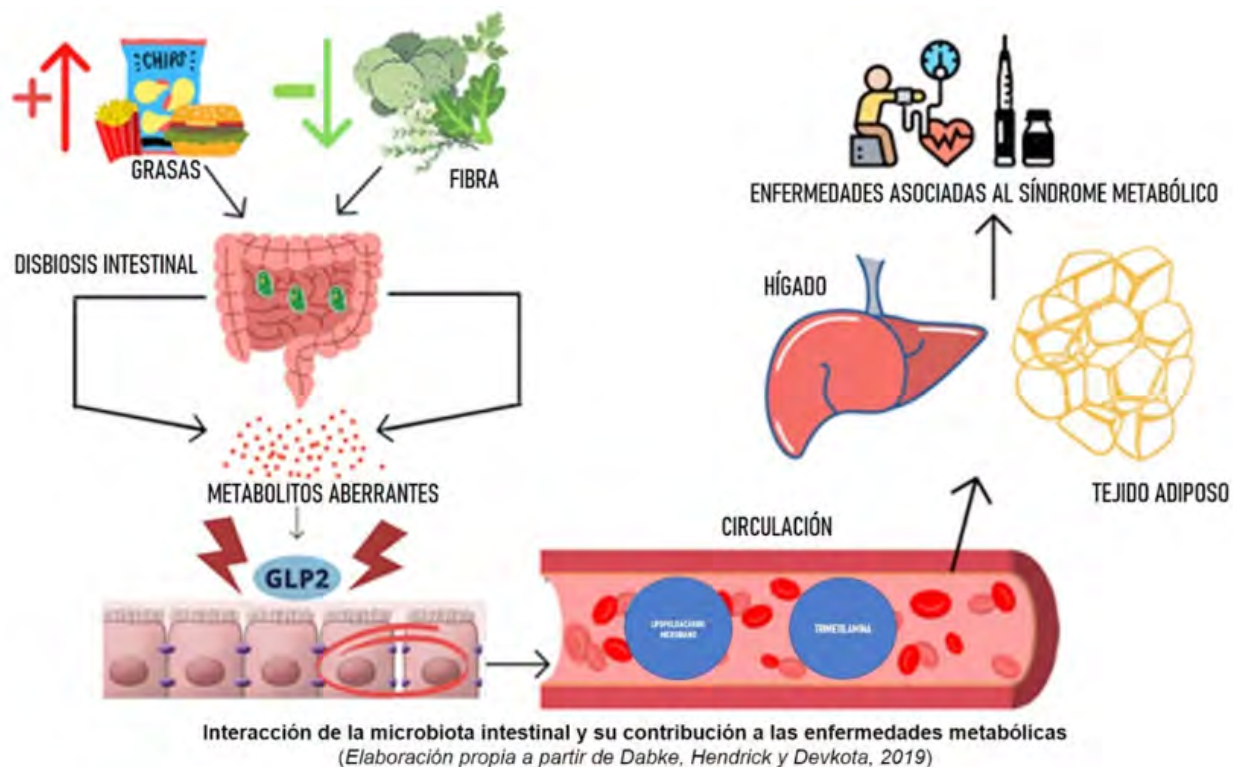
¿Cuál es la relación del síndrome metabólico y la microbiota intestinal?

En el síndrome metabólico se ha observado la participación de la microbiota intestinal, por lo que **las bacterias** (Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacterias y Proteobacterias) que viven en el intestino son de suma importancia, ya que **son la clave para reforzar el sistema inmunitario**, debido a que desde el nacimiento se adquieren y a partir de los tres años y hasta la vida adulta, se alcanza un mayor número (90 %) de Bacteroides y Firmicutes.

Se ha demostrado que **un desbalance de estas bacterias** (disbiosis intestinal) **puede propiciar enfermedades** como obesidad, resistencia a la in-

Parámetros	Valores
Triacilglicéridos	≥ a 150mg/dl
*HDL	 < de 40mg/dl
	 < de 50mg/dl
Presión arterial	> de 130/86mmHg
Glucosa en ayuno	>de 100mg/dl
Obesidad abdominal	**IMC > de 29.9

*HDL (Lipoproteínas de alta densidad); **IMC (Índice de masa corporal); Modificada del programa nacional de educación sobre el colesterol panel de tratamiento de adultos III (NCEP ATP III) (2001)



ulina, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión. Un desbalance se puede producir por la existencia de una sustancia que es generada por la bacteria en la circulación sanguínea (endotoxemia) debido al alto consumo de grasas, propiciando una disminución de bacteroides y un aumento del lipopolisacárido bacteriano (LPS), provocando una inflamación que conlleva a las enfermedades metabólicas.

Microbiota intestinal y alimentación

La alimentación está muy relacionada con la microbiota intestinal, ya que puede influir en el desequilibrio de bacterias que habitan en el intestino. Por lo tanto, **los malos hábitos alimentarios**, como el consumo de dietas altas en grasa y azúcares y pobres en fibra, **ocasionan una disbiosis intestinal** lo que da como resultado concentraciones altas de sustancias que surgen cuando se descomponen los alimentos denominadas metabolitos aberrantes, los cuales provocan una interrupción de la tensión mediada por GLP2 (péptido similar al glucagón 2, que se encarga de conservar la integridad del epitelio intestinal).

Al existir una ruptura en la continuación del epitelio intestinal, hace que este no presente resistencia contra LPS, trimetilamina (TMA) y otros metabolitos que entran a la circulación, lo que conlleva a la inflamación crónica del hígado y del tejido adiposo, lo cual se asocia con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, resistencia a la insulina

y otras condiciones asociadas al síndrome metabólico.

¿Alimentación con plantas?

La alimentación a base de plantas se ha convertido en uno de los principales patrones dietéticos adoptados por la población, como es el caso de las dietas vegetarianas y veganas. Este tipo de dietas se caracterizan por una **reducción o eliminación del consumo de productos animales** y se basa principalmente en el consumo de cereales, legumbres, frutas, verduras y frutos secos. Particularmente, si una dieta vegana está bien equilibrada y variada, **puede ayudar a lograr un estado de salud óptimo**, brindando protección contra las enfermedades cardiometabólicas, ya que existe una reducción en la glucemia en ayunas, en el índice de masa corporal (IMC) y una mejora en el perfil de lípidos.

Además, se ha observado que las dietas veganas son importantes para el **mantenimiento del peso corporal a largo plazo**, debido a que existe una reducción de ingesta energética y proporciona saciedad, ocasionada por el alto consumo de fibra. Al existir este aumento de fibra en el organismo, surgen cambios en la microbiota intestinal favoreciendo el aumento de Bacteroides y Firmicutes. Por su parte, al existir un incremento de bacterias fermentadoras de fibra se da la inducción de la producción de algunos péptidos (GLP1-GLP2) que tienen **efectos beneficiosos en el metabolismo de la**

glucosa y mejora la integridad del epitelio intestinal.

Por lo tanto, se recomienda que las personas con síndrome metabólico o alguna de las enfermedades asociadas, lleven una dieta a base de plantas con un porcentaje de carbohidratos 50-60 %, lípidos 30-35 % y proteína de 12-15 %, evitando el consumo frecuente de carnes rojas, alimentos ricos en grasas saturadas, exceso de sal y azúcares. Además, se debe preferir la ingesta de nueces, almendras, cacahuates, semillas, fibra, cereales integrales, leguminosas, aumentar en consumo de frutas y verduras, tomar aproximadamente 1.5 litros de agua

al día y realizar actividad física máximo 60 minutos con una intensidad moderada.

En el siguiente cuadro te mostramos los requerimientos diarios de micronutrientes que se deben consumir por día para tener un estado de salud óptimo y de esta forma, poder tener un control de las enfermedades cardiometabólicas. Sin embargo, es importante mencionar que **ante una alteración patológica se debe de acudir con el médico** para llevar un tratamiento en conjunto con el nutricionista, ya que, si no se alcanza el requerimiento diario de cada nutriente se debe suplementar para tener un mejor control y seguimiento de cada paciente.

Requerimiento diario de micronutrientes

Micronutrientes	Requerimiento diario
Fitoesteroles	2g al día
Vitamina B12	2,4 µg/día, de ellos 1 a 3 mg
Zinc	8 mg/día mujeres 11 mg/día hombres
Vitamina D	5 µg/día y esta cantidad se va incrementando a partir de los 50 años pasando a ser de 10 µg para llegar a los 15 µg a partir de los 70 años de edad.
Omega 3	200-300mg al día
hierro	18 mg
yodo	150 µg/día
calcio	1000 µg al día
fibra	20-30 gr

Elaboración propia a partir de Rojas, Figueras y Durán (2017)



Bezold J.D. y Apolinario S.E. (2019). Patrones alimentarios y prevalencia del síndrome metabólico en adultos confesionales. *Apuntes Universitarios*, 7(2), 1-20. <https://www.redalyc.org/pdf/4676/467652767008.pdf>

Morales G., Ruíz F., Bes-Rastrollo M., Schifferli I., Muñoz A. y Celedón N. (2021). Dietas basadas en plantas y factores de riesgo cardio-metabólicos. ¿Qué dice la

evidencia? *Revista Chilena de Nutrición*, 48(3), 425-436. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182021000300425>

Quiles L., Potoles O., Sorli J. y Corella D. (2015). Efectos a corto plazo en el perfil lipídico y la glucemia de una dieta vegetariana baja en grasa. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 156-164. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v32n1/24originalsindromemetabolicoo1.pdf>

ARTÍCULO

Bacterias ¿Amigas o enemigas?

Enrique Martínez Carranza y Jesús Campos García



istockphoto-1163670497-170667a

Enrique Martínez Carranza. Doctor en Ciencias Bioquímicas, actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
enrique.martinez@umich.mx

Jesús Campos García. Profesor e Investigador Titular en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
jesus.campos@umich.mx

A raíz de la pandemia que actualmente vivimos —la cual fue reconocida en México oficialmente en marzo de 2020—, es frecuente escuchar a muchas personas hablar sobre virus, bacterias, anticuerpos, vacunas, entre otros temas relacionados a la microbiología. Sin embargo, existe confusión en la comunidad con respecto a distinguir correctamente entre los diferentes tipos de microorganismos. Generalmente, asociamos los términos «virus» o «bacteria», por men-

cionar algunos, a enfermedad o malestar, a algo que puede dañar o perjudicar nuestra salud. Pero, **¿realmente son tan malas las bacterias?**, ¿todas lo son?, ¿qué se sabe al respecto?, ¿es mito o realidad?

Las bacterias forman parte de los microorganismos —también llamados microbios— y son formas de vida presentes en cada lugar del planeta y que comprenden, además, a los hongos, protozoarios y hasta a los virus, aunque es importante mencionar que la comunidad científica aún no está de acuerdo si estos últimos están vivos o no, y si pueden también ser clasificados como microorganismos.

Las bacterias están en todos lados, aunque no podamos verlas a simple vista; ellas han estado, están y estarán presentes en todos, absolutamente en todos los aspectos de nuestra vida. **La actividad bacteriana ha moldeado el planeta tal y como lo conocemos** a través de su metabolismo, dando como resultado la generación de oxígeno por medio de la fotosíntesis o la producción de algunas vitaminas en nuestro intestino.

Generalmente las bacterias se asocian con infecciones humanas, necesitando la administración de antibióticos para lograr eliminarlas, se les relaciona también a malos olores, a descomposición o a insalubridad; pero lo cierto es que en realidad, las bacterias no son tan malas, de hecho, **la gran mayoría son inofensivas para el ser humano**, es decir, **no causan patologías**; son pocas las especies bacterianas con capacidad para causar infecciones a animales y al hombre en proporción a la cantidad de especies de bacterias existentes en la tierra. En este artículo, queremos exponer los grandes beneficios de las bacterias a la vida en general y, por lo tanto, al humano.

Pero, ¿qué son las bacterias?

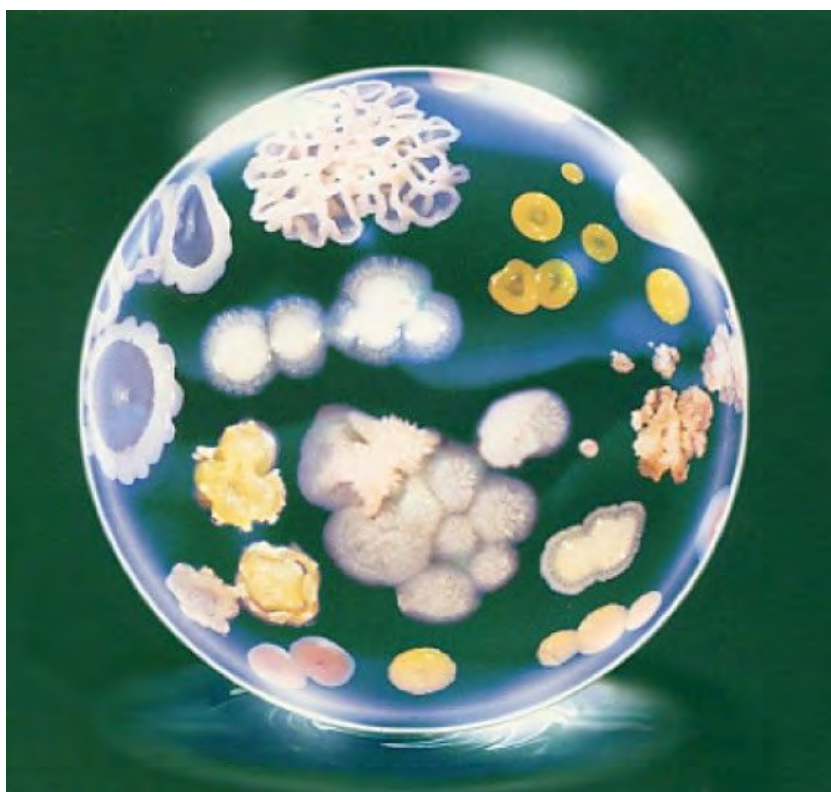
Las bacterias son los organismos más abundantes en el planeta,

son unicelulares procariotas que se definen como aquellas células que, a diferencia de las eucariotas —como las de los hongos, las células vegetales y animales—, **carecen de orgánulos separados por membranas**. Su tamaño generalmente oscila entre 0.5 y 5 micrómetros (μm) y, por lo tanto, habitualmente son más pequeñas que los hongos.

Las bacterias son microorganismos que, aunque solemos imaginarlas simples, en realidad **son muy complejas**, pues viven en comunidades y **emplean sistemas de comunicación a través de señales químicas** que aún no terminamos de comprender con exactitud, poseen estructuras celulares que les permiten desplazarse en dirección de los sitios donde perciben fuentes de energía o luz, o bien evadir sustancias tóxicas. Asimismo, **presentan diferentes morfologías** y utilizan múltiples rutas metabólicas para proveer de energía a la célula, por lo tanto, son muy diversas.

Las bacterias como parte del microbioma

Hoy en día, algunas palabras que se utilizan frecuentemente, y que han revolucionado la biología y la medicina, son microbiota y microbioma. **La microbiota** se define como la **comunidad de microorganismos que ocupa un hábitat especí-**



opheliequillier.hubpages.com

fico, por ejemplo, el intestino y que era conocida como flora intestinal, término que ha dejado de utilizarse; mientras que el microbioma se refiere a la microbiota y a la **función que cumple dentro de dicho entorno**, como se mencionó, hablamos del microbioma intestinal.

El conocimiento profundiza acerca del microbioma humano y de cómo las comunidades de células bacterianas que habitan en nuestro organismo interactúan con nuestras células, tejidos u órganos. De manera general, se sabe que **una buena microbiota es benéfica para nuestra salud**, pero, ¿te has preguntado por qué? o, ¿cómo ocurre esto? Pues bien, una microbiota «normal» cumple con diversas funciones celulares, como endocrinas, señalización neuronal, maduración del sistema inmune, inhibición de microorganismos patógenos, síntesis de vitaminas, así como el metabolismo de las sales biliares y la prevención de enfermedades como el cáncer, entre muchas otras.

Muchas de las funciones que acabamos de mencionar las realizan las bacterias al producir y

liberar compuestos químicos al ambiente que les rodea, que, en este caso, es una parte de nuestro cuerpo. Por ejemplo, se conoce que las bacterias de **la microbiota intestinal producen antibióticos** con efectos importantes en ese ecosistema, con los cuales puede prevenir la proliferación de bacterias patógenas. De la misma forma, **la microbiota de la cavidad oral** juega un papel muy importante en la **prevención del desarrollo de bacterias causantes de las caries**.

El potencial de las bacterias en la medicina y en la biotecnología

Como mencionamos, las bacterias son productoras importantes de metabolitos, estos compuestos químicos que se producen durante el metabolismo, entre los que destacan los antibióticos, los cuales son liberados al medio extracelular y de esta manera ejercen su actividad biológica. Algunos ejemplos de bacterias que se destacan por producir metabolitos benéficos son ***Streptomyces*** o ***Pseudomonas***, las cuales **han contribuido enormemente a la medicina**. El género *Streptomyces*



istockphoto-1250205478-170667a



(que pertenece al Filo Actinobacteria), es muy conocido por la gran variedad de antibióticos que produce, entre ellos la estreptomicina y la tetraciclina. Por otro lado, el género *Pseudomonas* se caracteriza por crecer y/o desarrollarse en una gran variedad de nichos, como agua, suelo, plantas, e incluso algunas de sus especies son patógenos oportunistas del ser humano.

En el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, desde hace algunos años, se realizan investigaciones sobre los compuestos producidos por *Pseudomonas aeruginosa*, una bacteria patógena oportunista del humano, que suele representar serios problemas de salud en pacientes con fibrosis quística, inmunocomprometidos y hospitalizados. Recientemente se han enfocado en el estudio de la producción de compuestos denominados ciclodipéptidos, que consisten de la unión química (por dos enlaces peptídicos) de dos aminoácidos, de tal manera que forman una estructura cíclica. Estos compuestos pueden estar formados por la combinación de varios aminoácidos, aunque en *Pseudomonas aeruginosa* se ha

observado que están formados por prolina, valina, tirosina y fenilalanina.

Los ciclodipéptidos producidos por *Pseudomonas aeruginosa*, como el ciclo(D-Fenilalanina-L-Prolina) y el ciclo(L-Leucina-L-Leucina), han mostrado tener diversas actividades biológicas, como la mimetización de la actividad auxínica en plantas (imita la actividad de las auxinas, hormonas estimulantes del crecimiento y desarrollo de las plantas); actúan como moléculas utilizadas por las bacterias en la comunicación poblacional (percepción de quórum); y se ha encontrado que tienen actividad antiproliferativa sobre células cancerosas, lo que podría resultar en posibles fármacos que ayuden en el tratamiento de algunos tipos de cáncer.

Además de los ejemplos de bacterias que acabamos de mencionar, existen muchas otras que por los metabolitos que producen, han sido consideradas como potencialmente útiles en la medicina, ya que han enriquecido enormemente las posibilidades de tratamiento de muchas enfermedades de distinta naturaleza. En este sentido, las bacterias son proveedoras de **metabolitos** que

ejercen una amplia variedad de actividades biológicas, muchos de ellos **han sido desarrollados como productos comerciales** útiles en los campos de la medicina, agronomía, veterinaria, entre otras.

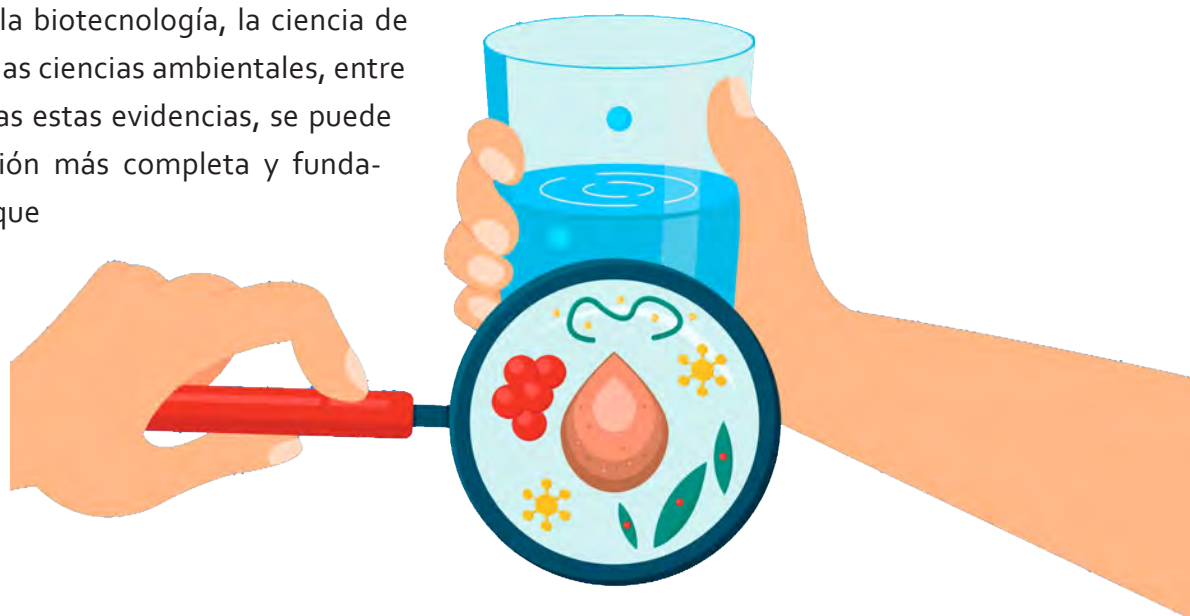
Algunos ejemplos específicos de compuestos obtenidos de bacterias y que poseen actividades biológicas útiles en farmacología y/o biotecnología, son: Actinomicina D y Doxorubicina con actividad antitumoral, además del compuesto FK-506 y Avermectina, que tienen actividad inmunosupresora y antiparasitaria, respectivamente.

Como se observa, existe una amplia gama de compuestos producidos por bacterias que pueden desarrollar actividades biológicas muy variadas y ser aprovechadas en áreas como la medicina, la agronomía, la biotecnología, la ciencia de los alimentos, las ciencias ambientales, entre otras. Con todas estas evidencias, se puede tener una noción más completa y fundamentada de que

los microorganismos, de manera gene-

ral y en específico las bacterias, **no son tan malas como las «pintan»**, y que, de hecho, **nos proveen de compuestos químicos muy útiles que aprovechamos en la vida cotidiana.**

Con la información aquí expuesta, creemos que podrás darte una idea de lo mucho que contribuyen las bacterias a nuestra vida diaria y contestar a la interrogante del artículo: *Bacterias ¿Amigas o enemigas?* Las bacterias, por su gran utilidad, **no solo son tus enemigas, pues hay una gran cantidad que también nos benefician.**



Evangelista-Martínez Z. y Moreno-Enríquez A. (2007). Metabolitos secundarios de importancia farmacéutica producidos por actinomicetos. *BioTecnología*, 11(3), 37-50. https://www.academia.edu/7684197/Metabolitos_secundarios_de_importancia_farmac%C3%A9utica_producidos_por_actinomicetos

Hernández-Padilla L., Reyes de la Cruz H. y Campos-García J. (2020). Antiproliferative effect of bacterial cyclodipeptides in the HeLa line of human cervical cancer reveals multiple protein kinase targeting, including mTORC1/C2 complex inhibition in a TSC1/2-de-

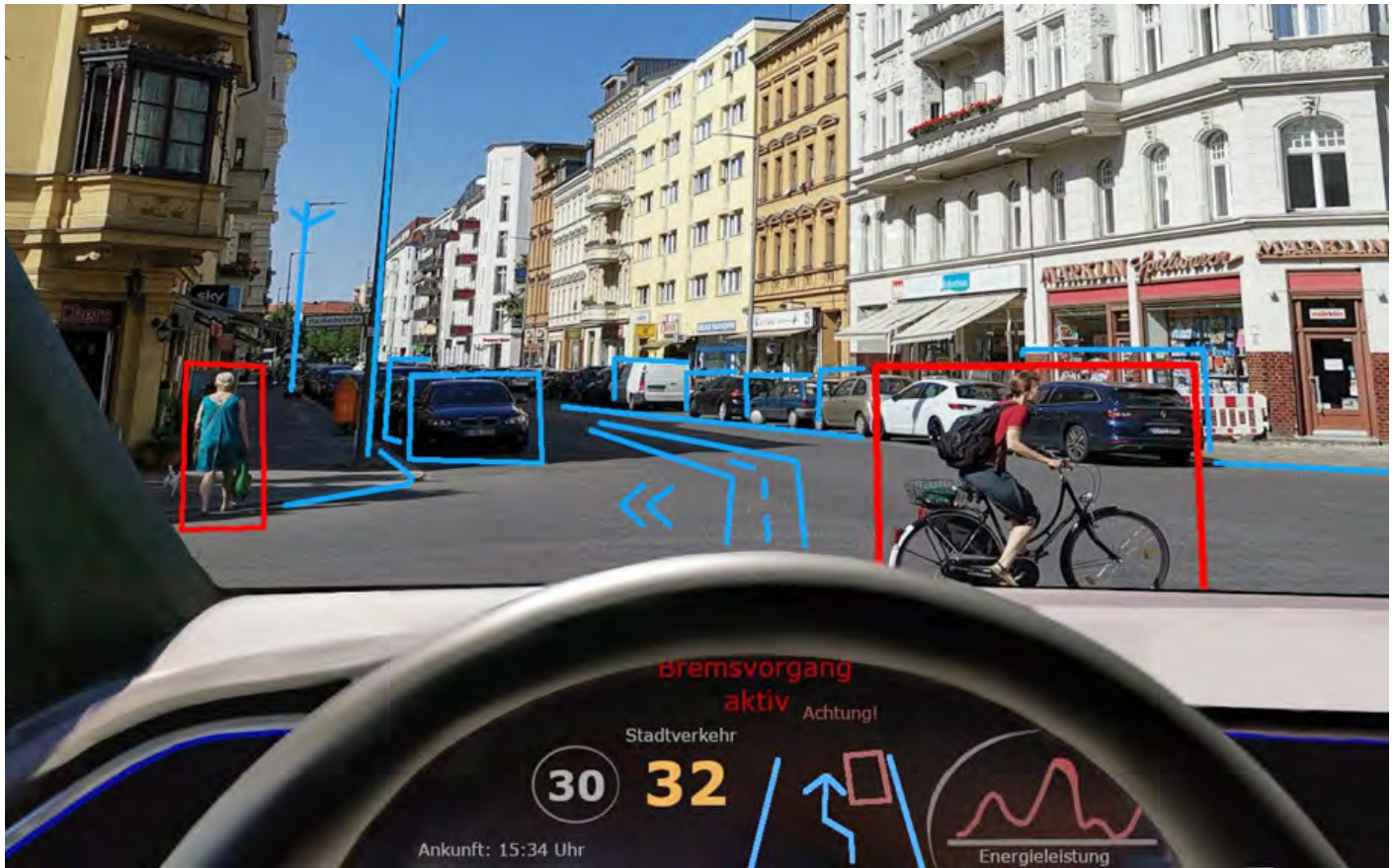
pendent manner. *Apoptosis*, (9-10), 632-647. https://www.researchgate.net/publication/342642972_Antiproliferative_effect_of_bacterial_cyclodipeptides_in_the_HeLa_line_of_human_cervical_cancer_reveals_multiple_protein_kinase_targeting_including_mTORC1C2_complex_inhibition_in_a_TSC12-dependent_man

Montero-García J. M. (2015). El microbioma intestinal humano. *Repertorio Científico*, 18(2), 129-133. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2578>

TECNOLOGÍA

¿Cómo «ven, piensan y hablan» los vehículos autónomos

Juan Antonio Guerrero Ibáñez



Autor: Eschenzweig.

Juan Antonio Guerrero Ibáñez. Maestro en Tecnologías de Internet, Facultad de Telemática, Universidad de Colima, Colima, México.
antonio_guerrero@ucol.mx

Un vehículo autónomo es aquel que se encuentra equipado con tecnología avanzada, la cual le proporciona la **capacidad de imitar las habilidades de una persona para conducirlo**. Con esto en mente, la industria automotriz está realizando una inversión considerable para tener un vehículo de estas características en un futuro muy cercano. La idea global es que pueda conducirse por sí mismo, sin la necesidad de la intervención de un conductor humano. Sin embar-

go, surgen varias preguntas con respecto a este tipo de vehículos ¿Cómo «ven» a su alrededor? ¿Cómo «piensan» y toman decisiones? ¿Cómo «hablan» con los peatones? A continuación, contestaré de forma general estas preguntas.

¿Cómo «ven» los vehículos autónomos?

Los vehículos autónomos tienen que percibir qué es lo que pasa a su alrededor para poder tomar decisiones de conducción tales como frenar, acelerar, dar vuelta, entre otras acciones. Al proceso de «ver el mundo que lo rodea» e interpretar la información que recibe se le denomina **percepción**, función que tienen los vehículos autónomos para identificar todos los objetos que están a su alrededor, como su forma, velocidad, desplazamiento y dirección. La percepción les **permite detectar, identificar y clasificar todos los objetos** y sus características, así como analizar las condiciones de las superficies por donde se desplaza.

Para recolectar la información del entorno, el vehículo autónomo está equipado con sensores instalados tanto en el interior como en el exterior del coche, los cuales trabajan de forma integrada

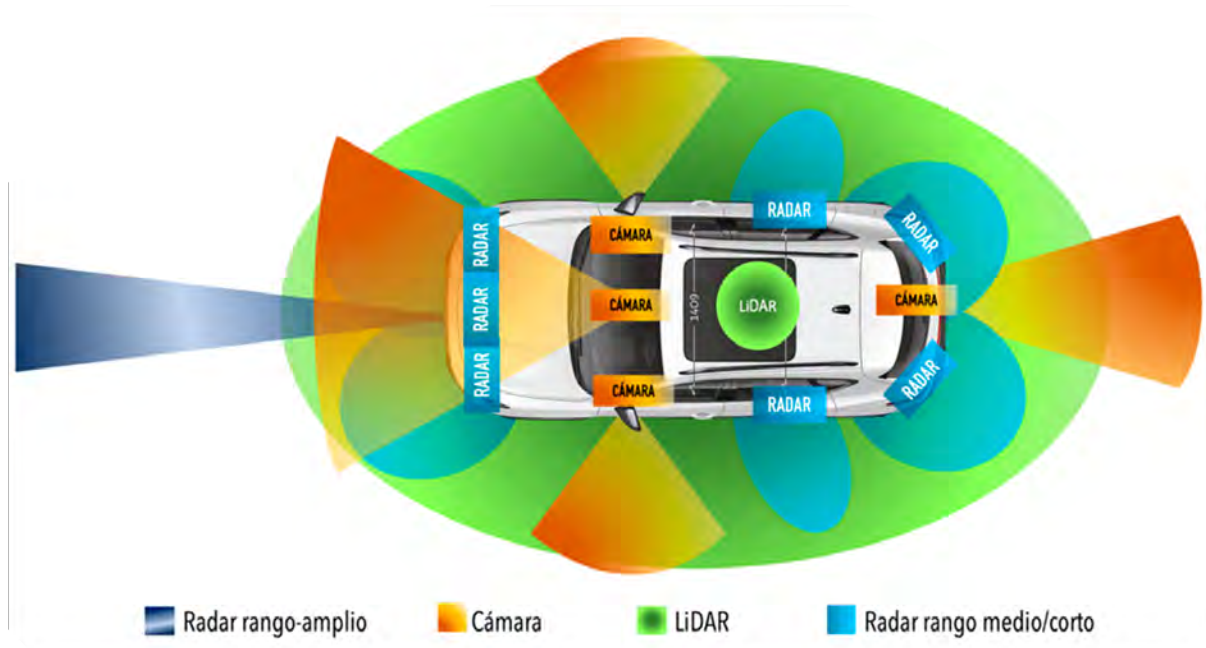
para incrementar la exactitud o precisión de la detección e identificación de objetos. A esa integración se le conoce como **fusión de datos**.

La **fusión de datos** utiliza **métodos de inteligencia artificial** para identificar patrones, planeación, deducción y aprendizaje. Si algún sensor falla o por las limitaciones de este proporciona información incorrecta, el vehículo puede comparar con los datos recolectados por otros sensores y complementarla o, en su caso, realizar los cálculos sin tomar en cuenta la información proporcionada por el sensor erróneo.

¿Cómo «piensan» los vehículos autónomos?

El sistema de control es el cerebro del vehículo autónomo, el cual le permite analizar la situación y tomar decisiones de las acciones a seguir. La **inteligencia artificial** tiene un papel preponderante en el proceso de «pensar» del vehículo, ya que integra varias disciplinas como el **tratamiento de grandes cantidades de datos (Big Data)**, el **aprendizaje automático (Machine Learning)** y el **aprendizaje profundo (Deep Learning)**. Toda la información recolectada por los sensores se utili-





za por estas disciplinas para que el vehículo pueda predecir lo que podría ocurrir y de esta manera pueda tomar decisiones sobre las acciones a ejecutar. Además, el vehículo autónomo tiene la capacidad de ir aprendiendo de las diferentes situaciones a las que se va enfrentando con base en la información que recibe de los diferentes sensores.

¿Cómo «hablan» los vehículos autónomos?

Una de las preguntas que surgen con los vehículos autónomos es ¿Cómo interactuarán con los peatones? ¿Cómo puede saber un peatón si es seguro transitar por las calles? Generalmente, existe una interacción informal entre el conductor y el peatón que se realiza mediante contacto visual, expresiones o señales con las manos. Esta interacción influye directamente en el comportamiento y reacción del peatón, ya que le da ese nivel de seguridad para realizar la tarea de cruzar la calle. Si los vehículos autónomos tendrán capacidad para conducirse sin la ayuda de un humano, entonces ¿Cómo sabré si puedo cruzar de forma segura? ¿Cómo sabré si detectó que quiero cruzar la calle?

Está claro que **los coches autónomos ocasionarán una evolución social en los peatones** por la falta de comunicación informal explícita, lo cual podría ocasionar en ellos inseguridad y que lleguen a pensar que están poniendo en riesgo su

vida. Se sabe que el coche autónomo usará sensores y algoritmos sofisticados para detectar, identificar y predecir la intención de los peatones; sin embargo, aún se tiene la incertidumbre de cómo se comunicará directamente con los peatones para expresar sus acciones a realizar. Aquí surgen dos preguntas: ¿Qué información tiene que comunicar? Y ¿Cómo la tiene que comunicar?

¿Qué información comunicar?

Esta pregunta es muy difícil de contestar. Hasta el momento, las investigaciones se han enfocado en tres áreas: modo de conducción, intención de conducción y percepción. A continuación, veamos cada uno de ellas:

Modo de conducción

Sabemos que para que los coches sean completamente autónomos pasarán muchos años, mientras tanto, tendremos una conducción híbrida donde un humano y la computadora compartirán la tarea. Es esencial que quien tiene el control del vehículo (el humano o la computadora) se comunique con los peatones, ya que esto les proporcionará un mejor nivel de confianza y seguridad.

Intención de conducción

Es esencial para que los peatones y el resto de los usuarios sepan cuáles son las acciones a se-

guir por el coche (saber si detectó al peatón y si se detendrá o no). El principal problema es ¿Qué tanta información necesita comunicar el vehículo?, por ejemplo, ¿debe de ser muy explícito para indicarle al peatón que le está cediendo el paso o simplemente necesita comunicar que ha detectado al peatón? Se considera que no es necesario que comunique explícitamente las instrucciones a los usuarios de la vía pública, ya que para una situación existen muchas acciones que se pueden llevar a cabo y eso varía de peatón a peatón.

Percepción

Tiene que ver con la capacidad del vehículo para detectar las situaciones a su alrededor, pero no por eso tiene que comunicarla. En este sentido, ¿cuál sería el beneficio real de que notifique que detectó peatones o ciclistas? Podríamos decir que puede ser agradable, pero no es un proceso esencial en todos los casos para una interacción segura.

¿Cómo la tiene que comunicar?

Con esto en mente, en los últimos años se están realizando esfuerzos para solventar el problema de interacción natural entre el coche autónomo y el peatón. Las propuestas que se están desarrollando se enfocan en el diseño de **interfaces visuales**, esto con el fin de conservar la forma en cómo se ha realizado la comunicación durante todo este tiempo. A su vez, se están realizando

interfaces auditivas para integrarlas a la interfaz visual y, de esta forma, ampliar la comunicación a peatones que sufran algún impedimento visual. A continuación, se describen algunos de los prototipos de interfaces de comunicación que se están proponiendo para crear una mejor interacción entre peatones y coches autónomos.

Uso de pantallas

Permite la interacción con el peatón a través del uso de textos y las intenciones de conducción. Los mensajes de texto desplegados pueden ser simples («alto», «cruzar») o mensajes compuestos («esperando que cruces»). Además, puede desplegar íconos que representen gestos o expresiones más amigables para el peatón. De esta forma, el vehículo autónomo puede mostrar un gesto en la pantalla para indicarle al peatón que ya fue detectado y que hará un alto total para cederle el paso y que pueda cruzar de forma segura.

Uso de cintas de luces leds.

Pueden ubicarse en el frente del parabrisas o en la parrilla del vehículo; el modo de comunicación puede hacer uso del parpadeo de luces para iniciar el modo de comunicación con el peatón. Otra forma de comunicación está relacionada con el color de las luces y para ello los estudios se están enfocando en la definición de los colores más adecuados. En ese sentido, existen muchas limita-



Fuente: Jaguar, <https://media.jaguarlandrover.com/news/2018/08/jaguar-land-rovers-virtual-eyes-look-trust-self-driving-cars>

ciones ya que, por ejemplo, en algunos países los colores como rojo, azul o naranja son reservados para vehículos de emergencia. Los pocos estudios que se han hecho han llegado a la conclusión de que el color turquesa o cian son los que producen menos confusión.

Proyecciones u hologramas

Esta propuesta de interfaz despliega información relevante (mediante texto o imágenes) sobre el piso por medio de láser. De esta manera, si el vehículo detecta que un peatón está esperando para cruzar la calle, el coche podría proyectar una imagen que represente un paso de cebra y una persona cruzando. Al igual que las interfaces de pantallas, tiene limitaciones para incluir a grupos de personas vulnerables como lo son niños o personas con discapacidad visual.

Emulación del contacto visual con los peatones

La interfaz despliega el «movimiento de ojos» e intenta reemplazar la falta de contacto visual entre el conductor y el peatón. El vehículo autónomo identifica la ubicación del peatón y de esta forma se dirige la «mirada», simulada por la interfaz, hacia ese lugar. Esta interfaz podría ser más intuitiva para el peatón que el despliegue de información más abstracta.

Aunque se está trabajando en el desarrollo de los vehículos autónomos, esto solo es el inicio, pues todavía queda mucho por investigar para generar sistemas que sean seguros y amigables con las personas.



Darlington K. (2020). Automóviles completamente autónomos. ¿Cómo y cuándo serán una realidad? *OpenMind BBVA*. <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/automoviles-completamente-autonomos-como-y-cuando-realidad/>

Matus D. (2017). ¿Sabes realmente cómo «ven» los carros autónomos? *DigitalTrends ES*. [https://es.digital-](https://es.digital-trends.com/autos/experimento-como-ven-carros-autonomos/)

[trends.com/autos/experimento-como-ven-carros-autonomos/](https://es.digital-trends.com/autos/experimento-como-ven-carros-autonomos/)

Rodella F. (2019). ¿Cómo piensa un coche autónomo? *Tungsteno*. <https://www.sacyr.com/-/como-piensa-un-coche-autonomo->

UNA PROBADA DE CIENCIA

El hombre Neandertal

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

Cuenta Svante Pääbo, Premio Nobel de Medicina 2022 por sus descubrimientos sobre la evolución humana, un pasaje sobre su actividad investigadora: «Una noche de 1996, tarde, cuando acababa de adormilarme en la cama, sonó mi teléfono. Quien llamaba era Mathias Kring, un estudiante de grado de mi laboratorio en el Instituto Zoológico de la Universidad de Múnich. Todo lo que dijo fue: “no es humano”». Así inicia *El hombre de Neandertal: en busca de genomas perdidos*, de Svante Pääbo, publicado por Alianza Editorial

(2015, ISBN 9788491040620) y que hoy recomendamos en *Saber Más*.

En su laboratorio estaban analizando muestras de ADN de un fragmento de hueso de un Neandertal recuperado de un museo; sin embargo, esa expresión del estudiante cambiaría de manera contundente la noción que tenemos de nosotros mismos como especie.

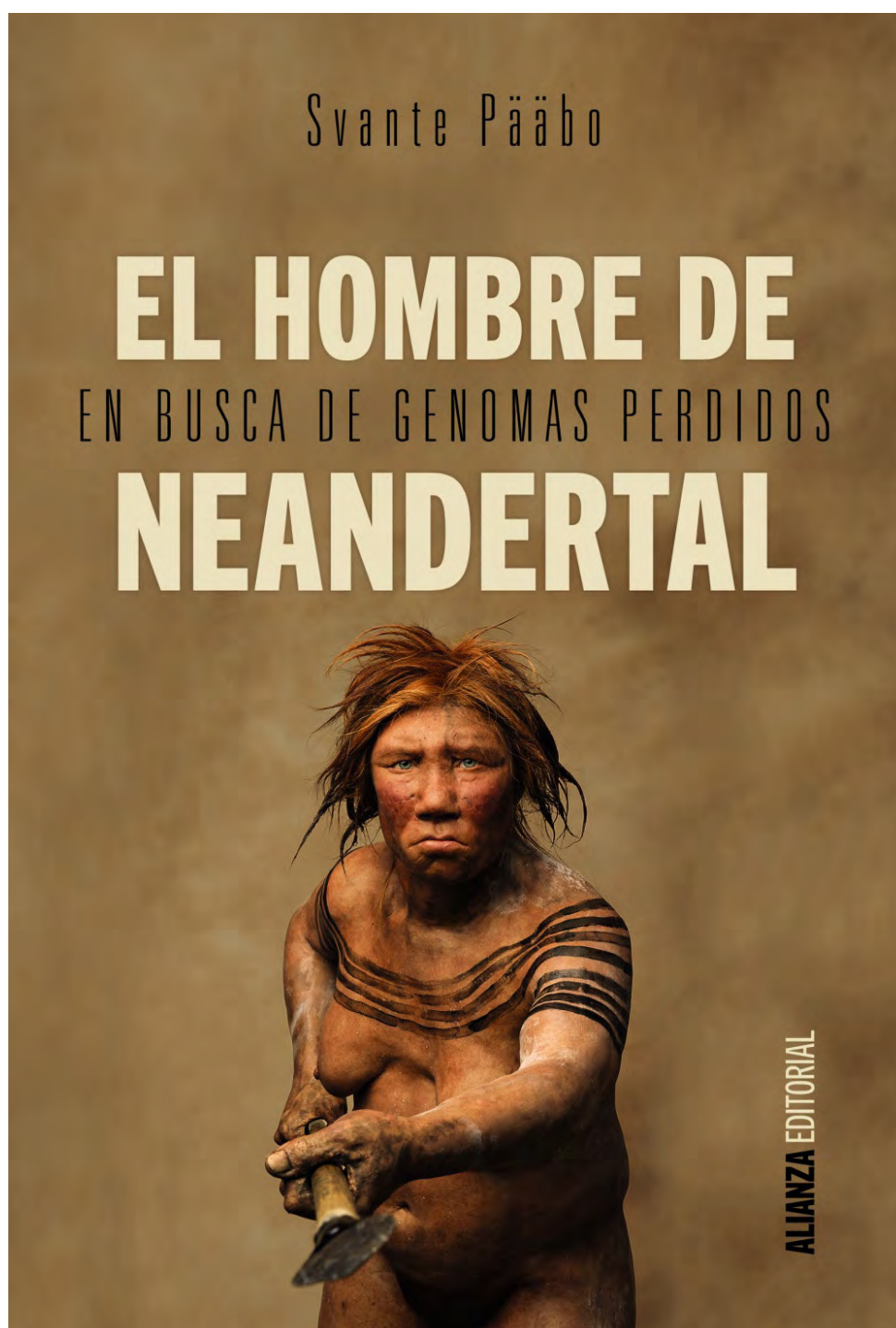
Estudiar la evolución de los seres vivos es un problema complejo, sobre todo cuando hablamos de especies como nosotros. Analizar bacterias o virus es más sencillo porque en unas horas podemos contar con varias generaciones y analizar los cambios que se van operando en cada generación, incluso empujar esos cambios.

En especies de ciclos de vida más largos, o que ya no están, tenemos que inferir esos cambios históricos: cómo, cuándo han surgido y qué significado tienen. Podemos analizar los genes entre especies vivas y como conocemos los procesos moleculares que le acontecen a estos genes, entonces es posible deducir cuando se produjeron. En cambio, no tenemos acceso a los genes de hace millones de años, solo tenemos el producto de esos genes, los fósiles, las huellas. Es un ejercicio muy difícil.

Pero se han logrado avances sorprendentes. Los registros fósiles han sido un recurso muy valioso para ir entendiendo los cambios evolutivos de muchas especies; sin embargo, es muy difícil contrastar a nivel de los genes

lo que ahora somos con lo que fuimos. Hasta que se descubrió que, en muchos restos de especies desaparecidas, el ADN, los genes, podría sobrevivir, no sin muchos daños y claro, en especies relativamente recientes, de unos miles de años de antigüedad.

La función del ADN como material de la herencia se estableció hace apenas 78 años, mientras que su estructura y mecanismos moleculares hace menos de 70 años. Conocer la secuencia precisa de nucleótidos del ADN y el acomodo de cada uno de sus «ladrillos» constituyentes (A, T, G, C), era un proceso químico extraordinariamente complejo y tardado. Apenas en 1977 se presentó un método





muy preciso que se utilizó para la secuenciación completa de un virus. Este método rápidamente se automatizó, aumentando notablemente nuestra capacidad de analizar genomas completos y compararlos dentro de individuos de la misma especie y, al aumentar las secuencias publicadas de otras especies, iniciar la comparación entre estas.

Completar la secuenciación del genoma humano, apenas en el año 2000, nos permitió comparar el genoma de poblaciones humanas, pero seguía faltando hacerlo con poblaciones y especies ya extintas de las que disponíamos de ADN.

Un problema mayúsculo es que este ADN purificado de huesos y otros restos humanos no está íntegro. En realidad, después de miles de años ha sufrido fragmentación, degradación y contaminación por bacterias, virus, incluso ADN de humanos actuales que manipularon los restos.

Las investigaciones en arqueología habían acumulado una cantidad apreciable de huesos del pasado humano, lo que proporcionó ADN en «buena cantidad», pero se necesitaban nuevas tecnologías para lidiar con los problemas de integridad. Un joven investigador sueco, Svante Pääbo, desarrolló los métodos para enfrentar este problema.

Pääbo decidió utilizar ADN mitocondrial (ADNmt). Las mitocondrias son organelos muy

abundantes en las células, donde funcionan como la fuente de energía química de las mismas. Poseen pequeños cromosomas de ADN que se remontan a su pasado bacteriano. Este ADN es pequeño, muy abundante (se encuentra en miles de copias), tiene una alta tasa de mutación (cambia mucho comparado con el ADN del núcleo), no se recombina y se hereda únicamente por vía materna, lo que lo hace muy interesante.

Podemos extraer ADNmt de huesos, dientes, cabello, o de cualquier tejido disponible. Posee unos pocos genes relacionados con la función respiratoria de las mitocondrias y otras regiones que no tienen información y que varían mucho (polimorfismos, le decimos). Estas regiones altamente polimórficas pueden utilizarse para identificar a una persona o trazar su ancestría. Otra ventaja es que no necesitamos aislar mitocondrias para obtener el ADNmt. Sacamos al ADN total del tejido disponible y luego, empleando la técnica de PCR (la misma que nos permite diagnosticar el COVID), amplificamos las regiones polimórficas del ADN de nuestro interés.

Estas técnicas las desarrolló Pääbo y su grupo, quienes lograron secuenciar una región de ADNmt de hace 40 000 años, lo que permitió comparar el ADN de un ancestro ya extinto con el de

humanos actuales y sus parientes más cercanos contemporáneos, demostrando que los neandertales, que es de donde se extrajo el ADNmt, eran una especie de humanos distinta y ya extinta (*Homo neanderthalensis*), de allí la —ahora— famosa frase de su estudiante.

Pääbo se propuso armar el rompecabezas de fragmentos de ADN nuclear de esta nueva especie y, luego de un esfuerzo titánico, logró completar la secuencia completa en 2010. Estos sorprendentes hallazgos demostraron que un ancestro común de nosotros (*Homo sapiens*) y los neandertales, existió hace unos 800 000 años: la evolución humana evidenciada de la manera más sólida por primera vez.

Teniendo el genoma completo, podemos compararlo con los parientes contemporáneos y ¡Sorpresa! Se descubrió que ambas especies se hibridaron en algún momento y es posible rastrear las huellas de esta cohabitación en nosotros. Entre el 1 y el 4 % del genoma de la población humana actual con ascendencia europea y asiática, viene de esta hibridación entre homínidos, lo que son malas noticias para los amantes de la «pureza» y la superioridad.

Hay más cosas que se desprenden de los aportes de Svante Pääbo, por ejemplo, que también tenemos hibridación con otro homínido, el Denisova o llamado *Homo denisoviensis*. Estas hibridaciones no son neutrales, pues ahora sabemos que las secuencias genéticas provenientes de estos amoríos arcaicos, confieren ventajas para la supervivencia gracias a que aportan nuevas características inmunológicas como respuesta a distintos tipos de infecciones, o capacidad de sobrevivir bajo ciertas condiciones ambientales (la altura, por ejemplo).

Pero descubrir todo esto fue toda una proeza científica, no exenta de intrigas, fracasos, decepciones, pero también muchas alegrías. Dejemos que el mismo Svante Pääbo nos lo cuente como una gran aventura del conocimiento y el tesón del investigador y su grupo... Y lo hace de una manera apasionante, vertiginosa, como sin duda lo fue. Una verdadera aventura intelectual emprendida por él y otros científicos.

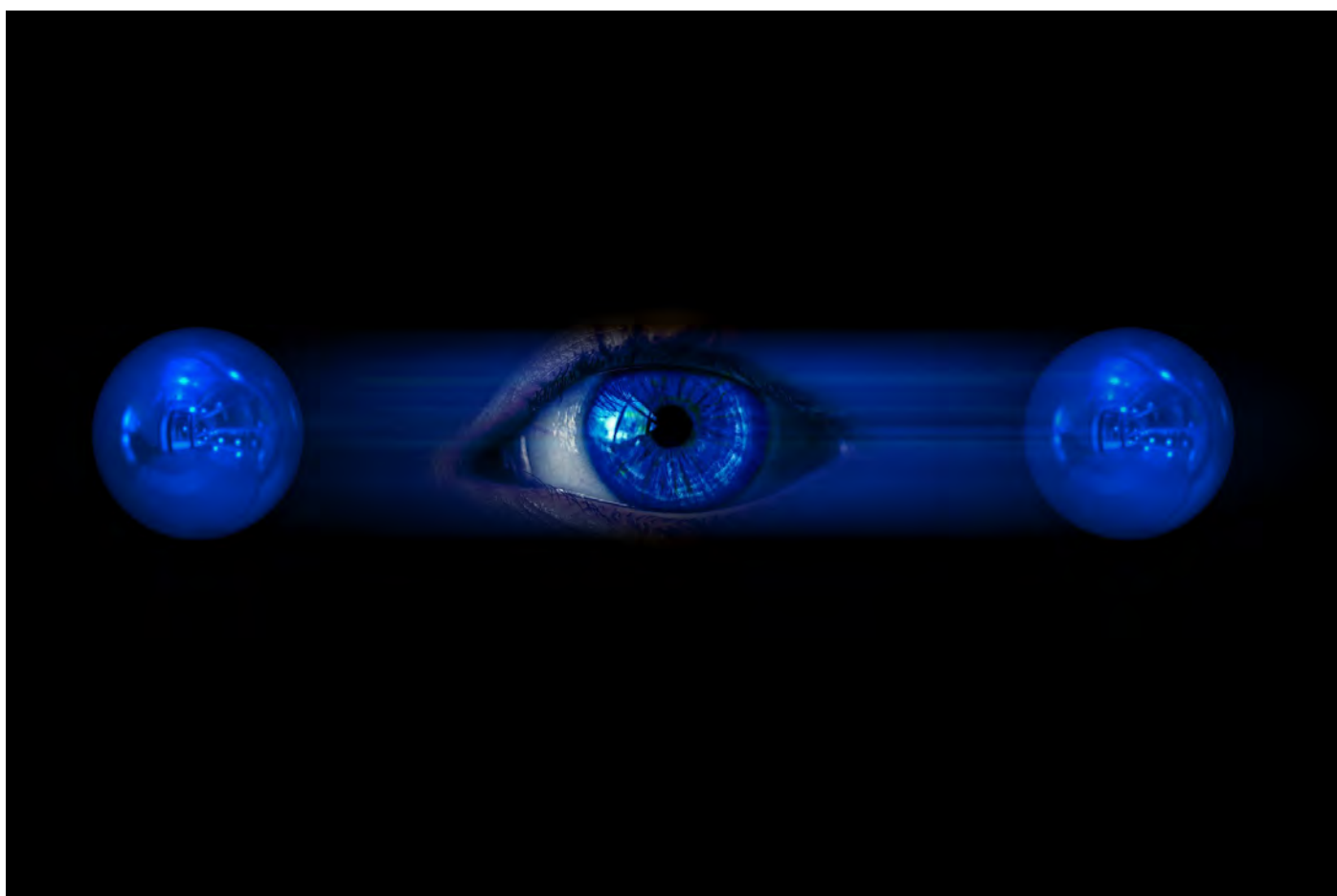
Todo ello condujo a que el Comité de los Premios Nobel decidiera otorgar el premio a Svante Pääbo este año, algo más que merecido.



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

La mecánica cuántica y el cuerpo humano

Cristian Heber Zepeda Fernández y Eduardo Moreno Barbosa



Pixabay.com

Cristian Heber Zepeda Fernández. Cátedra Conacyt en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

hzepeda@fcfm.buap.mx

Eduardo Moreno Barbosa. Profesor e Investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

emoreno@fcfm.buap.mx

La mecánica cuántica y nuestro mundo cotidiano

La mecánica cuántica es una teoría que revolucionó la manera en la que percibimos los fenómenos: **dejan de ser deterministas para convertirse en probabilísticos.** De hecho, podemos tener fenómenos probabilísticos en nuestro día cotidiano, por ejemplo, imagina que llegas a tu casa y antes de abrir la puerta te preguntas ¿Quiénes estarán en mi casa?, puede ser que esté tu mamá, tu papá, tu mascota; puede ser que esté una visita o que no haya nadie. Así que, hasta que no abras la puerta, no sabrás quién o quiénes estarán en la casa: todos pueden estar, como puede estar alguno

o como puede no estar ninguno. Entonces, una pregunta sencilla se vuelve caótica. Esto mismo ocurre en el mundo atómico o subatómico, donde las partículas se comportan de manera distinta a lo que estamos acostumbrados a ver en nuestro mundo cotidiano; asimismo, pueden tener la probabilidad de poseer ciertas condiciones a la vez, pero hasta que no se haga la medición, no se sabrá los parámetros físicos en que se encuentra. A esta característica le llamaremos **estado**.

Vamos a ver un ejemplo más, imaginemos que un policía de tránsito ve que aparentemente un coche no respeta el límite de velocidad. Entonces, con su velocímetro, mide la velocidad que lleva el coche, así que procede a hacerle señas para que se detenga y darle la multa. De este ejemplo, el policía puede conocer la velocidad y la posición del coche (su estado). Ahora bien, en el mundo subatómico esto es imposible, no se puede conocer la velocidad y la posición de las partículas al mismo tiempo, si se mide una la otra no se puede medir. **Las leyes de la naturaleza que rigen el mundo macroscópico no son las mismas que rigen el mundo subatómico**, para este último, la mecánica cuántica es la que estudia el comportamiento e interacción de las partículas subatómicas.

Ondas y partículas

En el siglo XVII, se pudieron caracterizar los fenómenos por su comportamiento como partícula o como onda. **Las partículas son objetos que están compuestas de materia**, tienen la característica de que su masa siempre va en aumento cuando juntamos dos o más objetos, por ejemplo, si en una caja vamos introduciendo libros, cuadernos, lápices, etc., esta se va volviendo más pesada. En el caso de las ondas, cuando se juntan, pueden incrementarse o disminuirse en ciertas secciones, por ejemplo, las ondas formadas en el agua. A este efecto se le llama **interferencia** y ocurre solamente para las ondas, no para la materia. Dos parámetros que caracterizan a una onda son la frecuencia y longitud de onda. La **frecuencia** es el **número de veces** en que cierta parte de la onda pasa por un mismo punto, mientras que la **longitud de onda** representa la **distancia** de un punto de la onda

hasta otro punto en la misma posición, por ejemplo, la cresta de una onda.

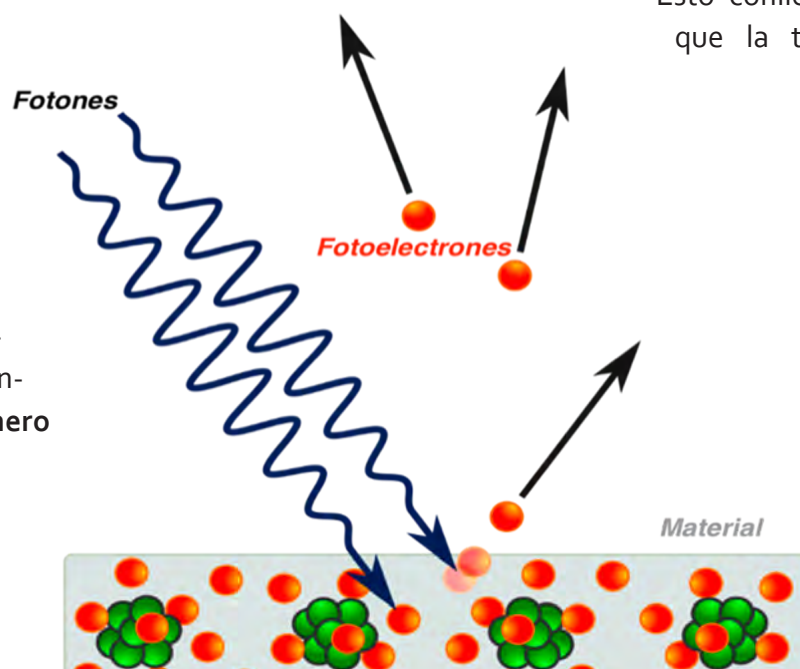
¿La luz es onda o partícula?

En 1672, **Isaac Newton** descubrió que la luz blanca está compuesta de los colores rojo, amarillo, verde, cian, azul y violeta (los colores del arcoíris), a la vez que propuso que está **formada por pequeñas partículas**; no obstante, varios **físicos contemporáneos**, entre ellos Robert Hooke y Christiaan Huygens, estuvieron en desacuerdo, proponiendo que **la luz es una onda**.

Fue hasta 1865 cuando el científico escocés, James Maxwell, señaló que la luz era una onda y explicó de manera sencilla los diferentes colores que la componen, indicando que, debido a que cada uno de ellos tiene diferente frecuencia, al combinarse forman la luz blanca. Por ejemplo, cuando la luz solar entra en la atmósfera al terminar de llover, esta se descompone en colores formando el arcoíris, lo cual ocurre porque cada color se comporta de manera distinta en la atmósfera. De esta forma, la teoría corpuscular de Newton quedó desechada.

Tiempo después se descubrió un fenómeno que daba cuenta de que, al iluminar ciertos materiales con cierto color de luz (o bien frecuencia), se liberaban electrones. Fue en 1905 cuando Albert Einstein, basándose en trabajos de Max Planck, encontró la explicación de este fenómeno, en el cual se considera que la luz está compuesta de partículas a las que llamó **fotones**, mientras que a los electrones liberados los llamó **fotoelectrones**, de ahí el nombre de este fenómeno: **efecto fotoeléctrico**. En 1921 obtuvo el premio Nobel de Física por esta contribución.

Esto conllevó a que la teoría



corpuscular de Newton volviera a tomar relevancia, por lo tanto, se llegó a la conclusión de que **la luz se comporta como onda y como partícula**, a esto se le conoce como **dualidad onda-partícula**. Hasta la fecha, no se ha encontrado un fenómeno en el cual la luz se comporte como onda y como partícula a la vez, siempre se comporta de una forma o de otra, dependiendo del fenómeno.

Contemporáneamente, existía la discusión con respecto a que no era posible que el átomo pudiera tener a los electrones moviéndose alrededor del núcleo (como un sistema planetario), debido a que tendrían que radiar energía y, por lo tanto, serían atraídos al núcleo, lo cual conllevaba a que los átomos serían inestables. Claramente no lo son, por lo cual el físico Niels Bohr propuso en 1913 —basado en las ideas de Planck y Einstein—, que los electrones orbitan alrededor del núcleo a cierta distancia en las cuales no pierden energía.

En 1924, el físico Louis de Broglie hizo una pregunta que revolucionó la física: ¿Si las ondas se comportan como partículas o materia, la materia se comportará como onda? Esta idea la desarrolló para electrones y fue el primer trabajo en considerar la dualidad onda-partícula para la materia, así como se realizó para las ondas.

Ondas de materia

El físico Erwin Schrödinger se preguntó: Si la materia se comporta como onda, ¿cuál es la ecuación que rige su comportamiento? Fue en 1925 cuando propuso la **ecuación de onda de la materia**, la cual rige el comportamiento ondulatorio de las partículas subatómicas, así como las leyes de Newton rigen el mundo macroscópico. **La función de onda representa** una probabilidad de que la partícula esté en un *estado* u otro, es decir, los fenómenos físicos dejaron de ser deterministas para pasar a ser probabilístico: una partícula o un sistema puede estar en cualquier *estado* al mismo tiempo, pero es hasta que se hace la medición cuando sabremos en qué estado se encuentra, como el simple hecho de entrar a nuestra casa y preguntarnos ¿Quién está adentro?

Es complicado poder visualizar los fenómenos o procesos cuánticos que se desean estudiar, debido a que no tienen analogías en el mundo macroscópico. Nuestra experiencia en este mundo ya no puede aplicarse al mundo subatómico.

Mecánica cuántica y el cuerpo humano

Para explicar la física que ocurre en las moléculas y átomos dentro de nuestro organismo, es

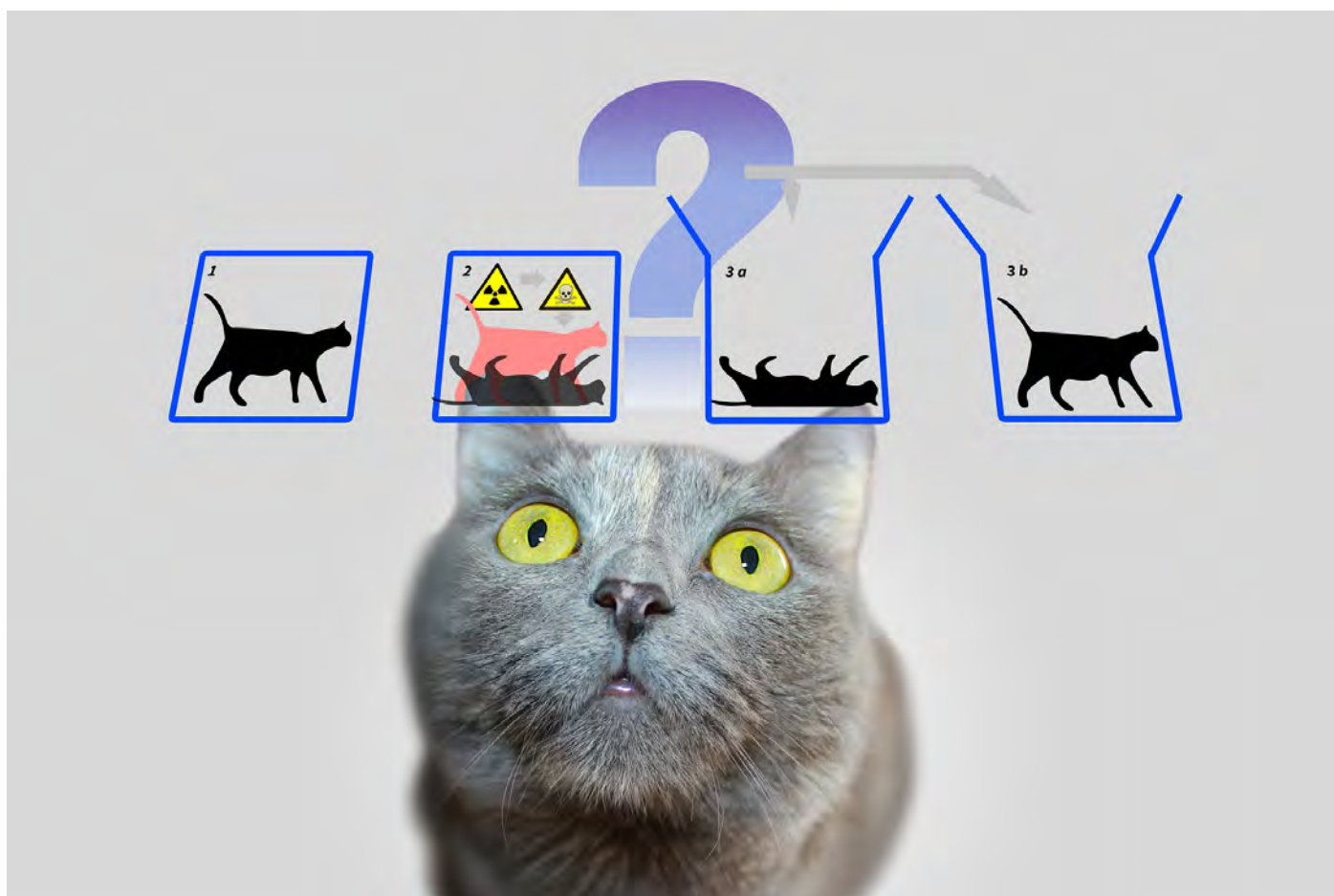


Imagen de Gerd Altmann en Pixabay

necesario usar la mecánica cuántica, ya que lo principal para poder resolver estos procesos, es conocer la interacción que existe entre las partículas (u ondas de materia).

Es muy complicado analizar un problema real debido a que estamos compuestos de átomos, miles de millones y más que eso, por esta razón, en el caso de la **dosimetría** —que consiste en **medir la dosis de sustancias o fuentes radiactivas depositada en el cuerpo** o en ciertos órganos—, se tiene que las ondas de materia provenientes de estas fuentes, interaccionan con todos los átomos de los que estamos compuestos. Tratar un problema así es imposible; sin embargo, los resultados de la mecánica cuántica son muy precisos, aún considerando diversas simplificaciones, a diferencia de otras teorías como la mecánica clásica, que al considerar simplificaciones no describe muy bien la realidad.

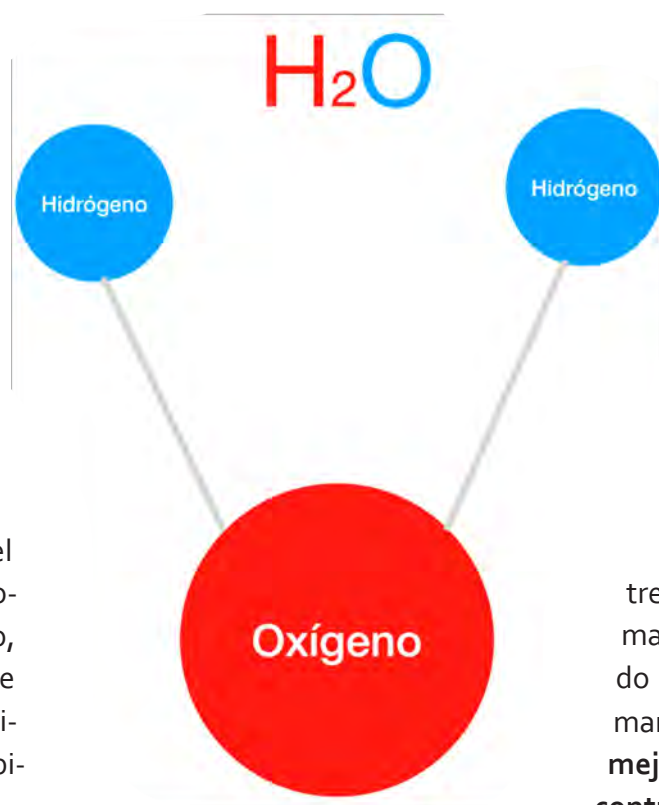
El cuerpo humano está compuesto entre 50 % y 80 % de agua dependiendo de la edad de la persona, por lo cual se considera que está conformado principalmente por moléculas de agua: dos átomos de hidrógeno y un de oxígeno (**H₂O**); todas las interacciones serán con esta molécula, el gran problema es modelarla. Dependiendo del fenómeno que se desea estudiar, es como se considera su estructura. El daño por radiación consiste en el rompimiento de la molécula del agua, en el cual uno de los átomos de hidrógeno es separado, dejando así la molécula **OH** que a su vez causará algún rompimiento en otra molécula, repi-

tiéndose el proceso en cadena. Se puede tomar un modelo para la molécula del agua como un triángulo en cuyos vértices se encuentran el oxígeno y los dos átomos de hidrógeno (sin estructura); este es un daño biológico, uno de los procesos por el cual se puede producir cáncer y es estudiado por la microdosimetría. El estudio de obtener la **función de onda de materia** de los electrones, está siendo trabajado por estudiantes de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

La **interacción de fuentes radiactivas** también es usada para la salud del cuerpo humano en **tratamientos contra el cáncer y tumores**; la física es la misma que describimos para la molécula del agua, solo que en este caso se desea causar el daño a las células malignas.

Hemos visto que **la molécula del agua es la más relevante en el cuerpo humano**, por lo cual, si se desean realizar estudios, es necesario tener un modelo dependiendo del fenómeno.

El mundo subatómico está regido por las leyes de la mecánica cuántica, por lo que su uso es necesario. Aplicarla a moléculas y átomos que componen el cuerpo humano, dará una descripción de los fenómenos físicos que ocurren, tales como la interacción entre las partículas o campos magnéticos interaccionando con los átomos. De esta manera, se podrá ayudar a **mejorar los tratamientos contra el cáncer, protección radiológica, toma de imágenes, etc.**



BBC Mundo. (2020). La física cuántica explicada en menos de 5 minutos. <https://www.youtube.com/watch?v=8urGTdEioOQ>

Organización Mundial de la Salud. (2016) Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/>

ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures

Yanes J. (2020). El largo camino para la mecánica cuántica. <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/entender-la-fisica-cuantica/>

LA CIENCIA EN EL CINE

Black Bird

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

Yo no soy psiquiatra ni psicólogo, pero por alguna razón me llaman la atención las historias de criminales en la literatura, en particular de los psicópatas, o de lo que en la literatura y sucedáneos se presenta como este tipo de criminales. ¿Cómo llegaron a eso? Por algún lado leí sobre el principio o «regla del 80 %»: En un ochenta por ciento de los casos criminales, el culpable tiene relación cercana con la víctima, en un ochenta por ciento de estos, el culpable es el marido o el novio y, de la misma forma, en el ochenta por ciento, la causa son los celos... yo pensaría que el dinero también forma parte de este porcentaje.

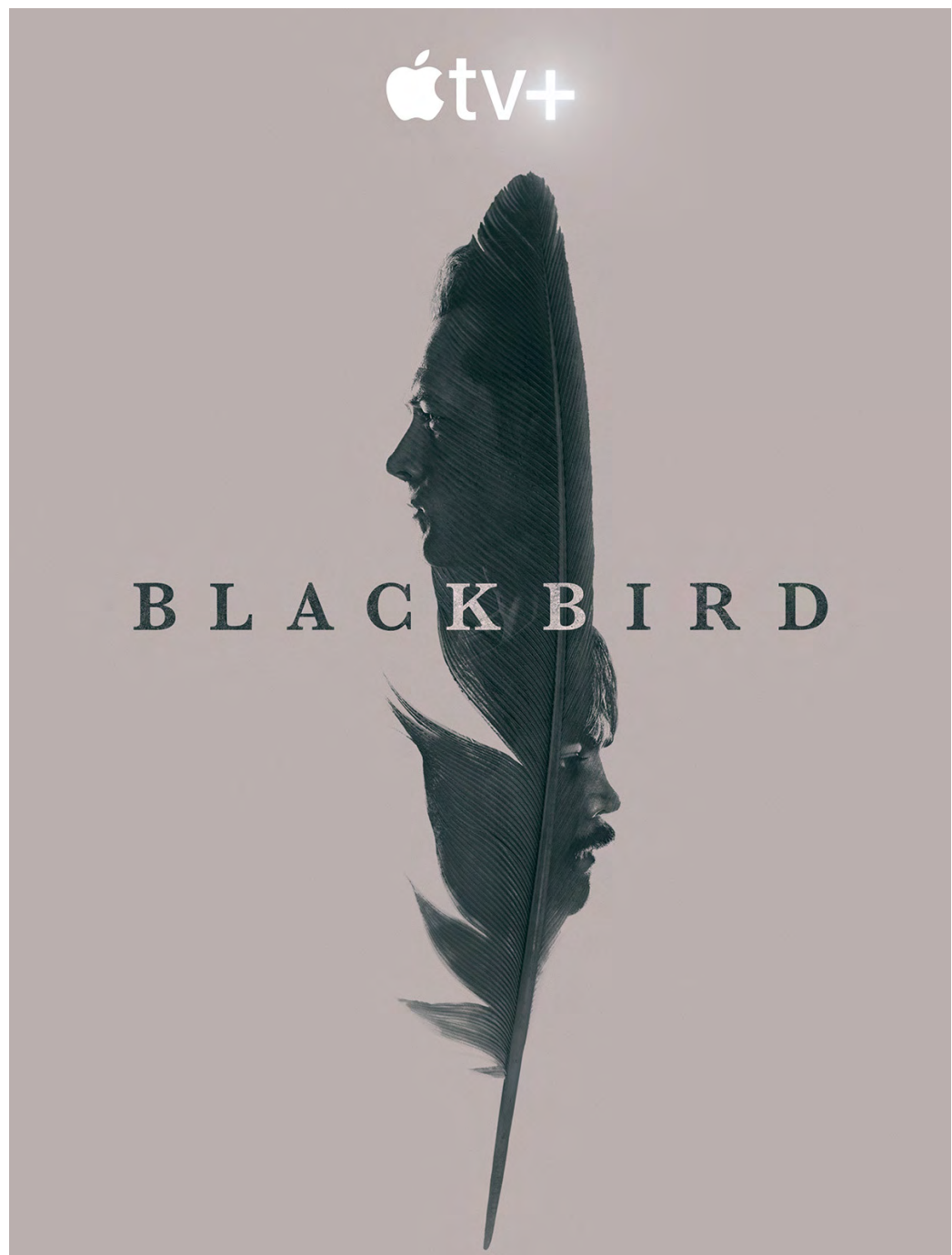
Fuera del crimen organizado, donde las motivaciones son otras como la competencia económica o por el mercado, muchos crímenes pueden tener su origen en trastornos de la personalidad. Este sería el caso extremo de los psicópatas, de quienes en el cine y la televisión abundan en ejemplos. Pero tal vez, la manera en que las presenta el cine sea el problema, pues son personajes fascinantes, encantadores y llenos de misterio, tal como Hannibal Lecter en *El silencio de los inocentes*.

Todo indica que en la vida real dista mucho de esta imagen y, al menos los asesinos, son seres brutales, desprovistos de encanto y muy apartados de la imagen hollywoodense. Es el caso que ahora quiero recomendar en esta sección.

Se trata de *Black Bird*, una miniserie original de AppleTv (EUA, 2022) que en seis capítulos narra las memorias publicadas en el libro *In With The Devil*, escritas por James Keene, uno de los verdaderos protagonistas de la historia. Esta miniserie me gustó porque de alguna manera desmitifica la imagen de este tipo de personajes. El autor narra su temporada en

la cárcel y cómo le ofrecieron reducir la sentencia a cambio de hacerse amigo de un asesino en serie con el fin de obtener información del lugar donde enterró a sus víctimas.

La miniserie está inspirada en hechos reales. Nos cuenta la historia del futbolista Jimmy Keene (interpretado por **Taron Egerton**), estrella del fútbol americano condenado a diez años de prisión por tráfico de drogas. Siendo hijo de un policía condecorado (interpretado por **Ray Liotta**, en su última aparición pública), además de un tipo inteligente y encantador —cualidades que cimentaron su actividad criminal poco tiempo después de estar en prisión—, el FBI le propone a Keene





dos alternativas: ingresar a una prisión de máxima seguridad y conseguir la amistad del presunto asesino serial Larry Hall (*Black Bird*, interpretado de manera magistral por **Paul Walter Hauser**), o quedarse donde está y cumplir su sentencia completa sin acceso a libertad condicional. Keene se niega en un inicio; sin embargo, la enfermedad de su padre y la posibilidad real de no volver a verlo con vida, le hace cambiar de opinión. Se compromete a acercarse y hacerse amigo de Hall para conseguir su confesión del asesinato de varias niñas y los lugares donde las enterró.

La propuesta tan extraña surge de que Larry Hall, a pesar de su confesión, nunca ha revelado donde sepultó a las víctimas y la policía requiere, por lo menos, demostrar un caso ante la apelación que está a punto de liberarlo. No obstante, el verdadero problema para los investigadores del tema surge cuando estos se plantean si Hall está hablando con la verdad o sencillamente son otras más de las mentiras que está acostumbrado a decir. Hall es un psicópata y un asesino serial.

Tratando de indagar un poco, me encuentro que un psicópata es una persona que sufre de un trastorno de la personalidad. Por alguna razón, este tipo de personalidades han generado un gran interés y capturado la imaginación del público, tanto a nivel de estudio como de alarma social. Los psicópatas han estado siempre asociados a

casos famosos de asesinos, lo que ha posibilitado que los medios de comunicación y la industria del cine y la televisión, los hayan utilizado para crear una visión peculiar sobre lo que es un psicópata, así que es posible que exista mucha información equivocada o ausente en la idea que todos tenemos sobre ellos.

Un *psicópata* es todo aquel sujeto que cumple con algunos de los requisitos del trastorno de la personalidad *antisocial* conocido como psicopatía. Sus características (algunas de las que yo encontré en la literatura) son: *despreocupación cruel* por los sentimientos de los demás y una falta de empatía; actitud marcada y persistente de *irresponsabilidad y despreocupación* por las normas, reglas y obligaciones sociales; *incapacidad para mantener relaciones* personales duraderas; muy *baja tolerancia a la frustración* o bajo umbral para descargas de agresividad, dando incluso lugar a comportamientos violentos; *incapacidad para sentir culpa* y aprender de la experiencia, en particular del castigo; y una *marcada predisposición a culpar a los demás* o a ofrecer racionalizaciones verosímiles del comportamiento conflictivo.

El trastorno de personalidad antisocial es un diagnóstico médico, mientras que el término psicópata pertenece al ámbito de la psiquiatría forense, por lo cual es entendido como un «diagnóstico forense». Este tipo de trastornos representan

un desafío para la psiquiatría. Esta descripción clínico-forense puede caracterizarse, a grandes rasgos, por un comportamiento antisocial persistente, deterioro de la empatía, remordimientos y rasgos egoístas. Sin embargo, no todos los que sufren de trastornos de personalidad antisocial son psicópatas y no todos los psicópatas son asesinos.

Existen muchos casos, quizás la mayoría, de psicopatía subclínica o no criminal. Los sujetos, también llamados «psicópatas integrados», pueden presentar grandes rasgos de manipuladores con emociones sociales limitadas, desafiantes, con emociones y conductas muy diversas. En esta categoría se pueden encontrar muchos líderes empresariales y políticos.

Las causas de este trastorno no se conocen con precisión, pero una cosa es segura, se trata de un fenómeno multicausal que incluye lo genético, lo ambiental, así como las experiencias e historias personales, todo en una interacción muy compleja como para adjudicarla a los estereotipos que los medios nos han filtrado.

Regresando a la miniserie, precisamente, esta juega con cierta ambigüedad a contracorriente con el estereotipo, puesto que el presunto criminal dista mucho de la imagen del tipo encantador, inteligente, manipulador y violento. Es más bien el «tipo perdedor» (*loser*) de la cultura norteamericana, es decir, un hombre fracasado, pobre, de pocas «luces», que pasa más como un tipo inocente, con carencias fuertes y ganas de sentirse importante. La interpretación de Larry Hall, desarrollada por Paul Walter Hauser, juega mucho con este aspec-

to, incómoda con su manera de hablar, sus largos silencios y gesticulaciones.

Justamente ese es un aspecto que hace dudar a la policía, al FBI y al mismo Jimmy Keene, el topo encargado de hacerlo hablar. A pesar de que *Black Bird* encaja en varios puntos del perfil del psicópata, la confesión no es fiable y no hay cuerpos. Larry confesó con mucha facilidad, pero no proporcionó información sobre los cuerpos y esto hace muy posible su liberación.

Es una miniserie del género negro, pero más orientada hacia el drama psicológico y en un *thriller* carcelario.

Dennis Lehane, el afamado escritor y guionista de novela negra, autor de las excelentes *Mystic River*, *Shutter Island*, *La entrega* y de la muy exitosa serie negra de Kenzie y Gennaro (también llevada al cine), fue quien desarrolló la adaptación del libro de Keene y se nota su mano experta: trabaja muy bien los claroscuros y los matices de los dos personajes. No vemos al «bueno» y al «malo» definidos absolutamente desde el inicio, incluso de manera muy inquietante llegamos a sentir empatía por Larry. Seguramente esos son los psicópatas más peligrosos.

Black Bird es una miniserie muy absorbente, con un reparto impresionante y que nos lleva a reflexionar en torno a la figura del asesino serial, el psicópata criminal y el psicópata integrado, que estoy convencido que Jimmy Keene lo es y por ello fue elegido para esa misión. Nos romperá muchas de las ideas sembradas por los medios sobre este tipo de personajes.



NATUGRAFÍA

Ranita de cristal norteña

* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



La ranita de cristal norteña (*Hyalinobatrachium viridissimum*), representa una nueva especie de rana para México y Honduras.

Apenas fue descrita en 2021 a través de análisis de ADN mitocondrial, así como de la frecuencia y duración de su bioacústica. Difiere de otras dos especies distribuidas en centro y parte de sur américa (*Hyalinobatrachium fleischmanni* y *Hyalinobatrachium tatayoi*).

INFOGRAFÍA

Diferencias Libélula y Caballito del Diablo*

D I F E R E N C I A S

Libélula y Caballito del Diablo

Libélula



Ojos compuestos de gran tamaño ocupando la mayor parte de la cabeza.

Cuerpo robusto y grande.

Vuelo elevado y sostenido. Gran potencia.

Cazan presas en vuelo.



Alas en posición horizontal. Más robustas y de gran tamaño. No pliegan al posarse.

Caballito del Diablo

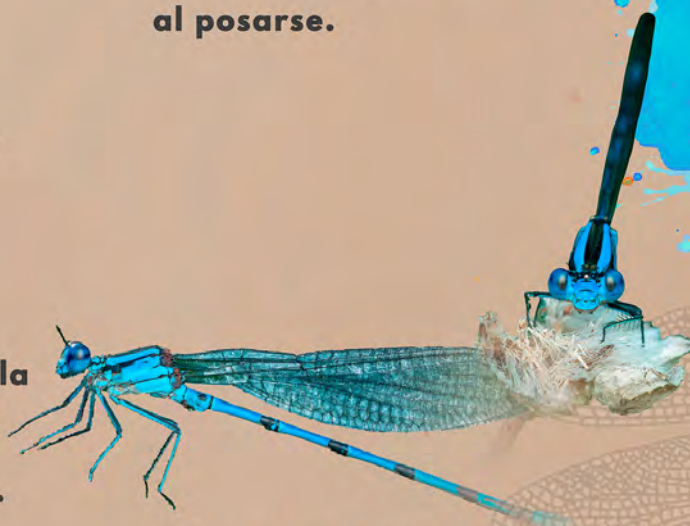


Ojos compuestos a los lados de la cabeza.

Cuerpo más cilíndrico y esbelto.

Vuelo bajo y poco sostenido.

Cazan presas estáticas



Alas en posición vertical estrechándose en la base. Se pliegan contra el abdomen estando en reposo.

*Miguel Gerardo Ochoa Tovar. Área de multimedia y producción audiovisual
Departamento de Comunicación de la Ciencia

