



HYPATIA®

EJEMPLAR
GRATUITO
Enero-abril
2020

NÚM.
63

ISSN 2007-4735

VIRUS MOTORIZADOS

Las nuevas nanoarmas
contra el cáncer

EL MITO DEL HÉROE

Nace como un enlace entre
los dioses y los seres humanos

BIOGEOQUÍMICA

Una herramienta para comprender
el estado de los ecosistemas

MAESTROS DE LA

INVISIBILIDAD

DESCUBRAMOS LAS DIFERENCIAS
ENTRE EL CAMUFLAJE Y EL MIMETISMO



MORELOS
2018 - 2024



CCyTEM
CONSEJO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE MORELOS



CONACYT
FORDECYT

Fondo Institucional de Fomento Regional para el
Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación

DIRECTORIO

Cuahtémoc Blanco Bravo

Gobernador Constitucional del Estado de Morelos

José Francisco Pulido Macías

Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

Adrián Margarito Medina Canizal

Director del Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Armando Arredondo López
Lic. Susana Ballesteros Carpintero
Mtro. Martín Bonfil Olivera
Dr. Jaime Bonilla Barbosa
Dra. María Victoria Crespo
Dr. Jorge Flores Valdés
Dr. Luis Manuel Gaggero Sager
Dr. Humberto Lanz Mendoza
Dr. Eduardo César Lazcano Ponce
Dr. Ernesto Márquez Nerey
Dra. Lorena Noyola Piña
Dr. José María Rodríguez Lelis
Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dra. Mónica Leticia Pineda Castellanos

DISEÑO

MPE Ernesto Alonso Navarro

Hypatia, año 19, núm. 63, primer cuatrimestre del 2020, editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos. Calle La Ronda # 13, colonia Acapantzingo, CP 62440, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono: (52) 777 312 39 79. www.hypatia.morelos.gob.mx / hypatia@morelos.gob.mx

Editor Responsable: José Francisco Pulido Macías
Reserva de derechos al uso exclusivo
Núm. 04-2019-071810533500-30
ISSN: 2007-4735. Licitud de título y contenido: 15813.
Impresa por Vettoretti Impresores, SA de CV, calle Zacatecas #310, colonia Ricardo Flores Magón, CP 62370, Cuernavaca, Morelos, México.

Este número se terminó de imprimir el 30 de marzo de 2020, con un tiraje de 5 mil ejemplares.
Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.
Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos y magnéticos de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique al editor.
Hypatia está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex www.latindex.org y en la página de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. www.somediacyt.org.mx
La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

Proyecto apoyado por FORDECYT

HYPATIA



CCyTEM



Los textos son responsabilidad directa de quien los firma.

CONTENIDO

4 **Enfermedades complejas, soluciones complejas**

7 **Suelos saludables**

9 **Rompecabezas moleculares: buscando las piezas correctas**

12 **Un tesoro natural en Michoacán**

15 **Las ciencias jurídicas y su evolución tecnológica**

18 **Los maestros de la invisibilidad**

20 **Virus motorizados: las nuevas nanoarmas contra el cáncer**

23 **Plantas medicinales mexicanas contra el cáncer**

24 **El invaluable papel de los insectos en la naturaleza y nuestra sociedad**

27 **La crisis del tapir en Calakmul, un efecto del cambio climático**

31 **El mito del héroe**

34 **Las microalgas y el agua potable**

37 **Biogeoquímica: Una herramienta para comprender el estado de los ecosistemas**

M. en C. Itzia Jiménez Ferrer
Mtro. Alfredo Dueñas Rey

M. en C. Marisol Ramírez López
Dra. Angélica Bautista-Cruz

Dr. José Ángel Santiago Terrones
Dra. Carmen Nina Pastor Colón

Dra. Selene Ramos Ortiz

Lic. Odette Mendoza Becerril

M. en C. Ariadna E. Ávila García

Yunuhen Badillo Marroquín
Dra. Karla Oyuky Juárez Moreno
Hetszel Alain Bernardino Cruz

Dra. Carla O. Contreras Ochoa

Biól. Ricardo de Jesús
Ramírez Hernández

Dr. Fernando M. Contreras-Moreno

Mtro. Héctor M. Lujambio Valle

Biól. Georgina Ruiz Pérez
Dra. Alejandra Martín Domínguez
Biól. Giovanna Rubí Valdez Hernández

Dr. Jorge Antonio Valdivia Anistro
Diana Hansel García Gutiérrez
Dra. Elizabeth Castillo Villanueva

Revista Hypatia es una publicación de divulgación científica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos www.ccytem.morelos.gob.mx, organismo descentralizado del Poder Ejecutivo del estado de Morelos, que forma parte del proyecto «Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Comunicación Pública de las Humanidades, Ciencias y Tecnologías en las Entidades Federativas: Morelos 2019» del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

EDITORIAL

En el mes de abril de 2001 el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos creó el proyecto editorial de divulgación de la ciencia Hypatia, con el fin de dar a conocer los temas de investigación que se realizaban en el estado de Morelos. A 19 años de su creación, hemos tenido el gusto de contar con colaboraciones de académicos, investigadores y profesores de prestigiosas universidades y centros de investigación de México y de países como Canadá, Alemania, Bélgica, Suecia, entre otros.

Hoy deseamos compartirles con enorme gusto y satisfacción que a lo largo de los últimos tres años la versión electrónica ha tenido más de medio millón de visitas. Esto nos ha permitido dar a conocer información de las distintas áreas de la ciencia a naciones de todo el mundo, como Estados Unidos, Colombia, Venezuela, Argentina, Chile, Ecuador, Francia, Alemania, España, China, India, entre otros, gracias a que contamos con un servicio de traducción a 24 idiomas.

Durante su crecimiento, la Revista Hypatia ha sido acreedora de reconocimientos a nivel estatal y nacional; dentro de éstos destacan el galardón estatal «Línea Caliente» en el área de Ciencia y Tecnología (2010); fue condecorada por la Federación de Asociaciones de Periodistas Mexicanos (FAPERMEX), en la categoría de divulgación de la ciencia con el «Premio México de Periodismo» (2015); además de que en 2017 se integró al Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica (IRMDCYT), avalando con ello la calidad del contenido y el reconocimiento por parte de diversos grupos académicos y de investigación.

Como verán, aún queda mucho camino por recorrer, pero hoy queremos aprovechar para reconocer y felicitar a cada una de las personas que han estado involucradas en el crecimiento de la revista desde su creación hasta el día de hoy. Los invitamos a festejar este aniversario, deleitándose con los artículos que tanto los colaboradores, miembros del Consejo Editorial y de la Editorial de la revista, hemos preparado para ustedes.

José Francisco Pulido Macías
Editor responsable



Foto: Conger Design.

Enfermedades complejas, **soluciones complejas**

Dra. Itzia Jiménez Ferrer / itzia.jf@gmail.com
Unidad de Neurogenética Traslacional
Universidad de Lund; Lund, Suecia.

Mtro. Alfredo Dueñas Rey / alfredo.duenasrey@ugent.be
Centro de Genética Médica
Universidad de Gante; Flandes, Bélgica.

¿Qué nos hace diferentes?

Aún cuando los humanos podemos parecer diferentes, aproximadamente el 99.9% de nuestra composición genética es compartida por todos nosotros. A pesar de esto, llevamos dentro una narrativa única, escrita en un alfabeto de 4 letras; una gran cantidad de diferencias sutiles que definen quiénes somos y qué nos hacen singulares.

Estas diferencias genéticas son causantes de nuestras particularidades, poniéndose de manifiesto no sólo en

nuestros rasgos físicos obvios como altura o color de ojos, sino también en nuestra propensión y resistencia a enfermedades.

Siguiendo esta línea, podemos clasificar las enfermedades en dos amplias categorías atendiendo al número de genes implicados en su origen y/o progresión: 1) monogénicas, donde un solo gen es el responsable, o 2) complejas, en las que múltiples genes están involucrados. Muchas de las enfermedades crónicas comunes parecen ser complejas o «multifactoriales», ya que además de la acción combinada de múltiples genes, entran en juego factores ambientales externos e internos: edad, sexo o dieta. La interacción entre genes y ambiente puede aumentar o disminuir el riesgo a desarrollar una enfermedad.

En la última década hemos presenciado un aumento en el desarrollo de genómica de alto rendimiento que, junto con el uso de nuevos modelos de animales genéticamente estandarizados (transgénicos y congénicos), nos ha permitido estudiar y conocer cómo la diversidad genética

impacta el riesgo y la progresión de enfermedades complejas. La disminución en los costos de secuenciación del ADN ha tenido como consecuencia un aumento en el número de compañías que ofrecen estos servicios, entre los que se incluyen estudios de ancestría e identificación de variantes de riesgo y susceptibilidad para cierto tipo de enfermedades.

Así pues, nos encontramos ante un cambio de paradigma que posibilita la detección temprana del desarrollo de enfermedades complejas así como su nivel de riesgo. No obstante, para que esto sea una realidad, es necesaria la identificación de los factores genéticos de riesgo (variantes) y su posible interacción con factores ambientales modificadores.

La identificación de ambos tipos de factores, y el estudio de sus interacciones, son de particular importancia, ya que pueden abrir la posibilidad a la prevención o retraso en la aparición de la enfermedad mediante cambios en el estilo de vida, así como la personalización de tratamientos farmacológicos.

Esta labor es precisamente la que se desempeña en el laboratorio de neurogenética de traducción (TNG, por sus siglas en inglés) en la Universidad de Lund, en el que se emplean modelos animales en conjunto con secuenciación de muestras de pacientes para identificar el papel de variantes genéticas comunes (presentes en la mayoría de la población), que presentan un efecto en el sistema inmune y su papel en incrementar o disminuir el riesgo de

Estos síntomas aparecen cuando ya se han perdido alrededor del 50% de las neuronas en la parte compacta de la sustancia negra.

desarrollar la enfermedad de Parkinson (EP), que afecta aproximadamente a más de 10 millones de personas en el mundo, en especial a la población mayor de 80 años y que presenta una incidencia es 1.5 veces mayor en hombres que en mujeres.

La EP es considerada un trastorno degenerativo altamente discapacitante, caracterizada por la reducción en los niveles del neurotransmisor dopamina como consecuencia de la muerte de ciertas neuronas, específicamente en una región conocida como *sustancia nigra*. Se manifiesta con rigidez muscular, temblores en reposo y trastornos del equilibrio postural. Lamentablemente, estos síntomas aparecen cuando ya se han perdido alrededor del 50% de las neuronas en la parte compacta de la sustancia negra.

Esta enfermedad fue descrita hace más de 200 años; aunque las terapias actuales pueden atenuar algunos de los síntomas todavía se considera una enfermedad incurable; es más, la causa de la enfermedad no ha sido identificada completamente.



Foto: Andrea Piacquadio.

La dificultad para desentrañar los mecanismos moleculares, y así desarrollar posibles tratamientos que modifiquen el curso de la enfermedad, radica en la naturaleza compleja de la gran mayoría de los casos, en los que la presencia de numerosas variantes genéticas, factores ambientales, y sus posibles interacciones, entran en juego.

En particular, se ha identificado que solo el 5 a 10% de los casos de Parkinson son causados por mutaciones en un solo gen; tales casos determinan la forma hereditaria de la enfermedad. Este hecho sugiere la existencia de otros factores causantes de la enfermedad que aún no han sido descubiertos.



Foto: Thgusstavo Santana.



La inflamación en el sistema nervioso central, ha tomado relevancia como factor de riesgo para desarrollar enfermedades neurodegenerativas; esta inflamación es regulada por el sistema inmune y se ha convertido en un blanco farmacológico para nuevos agentes terapéuticos.



En esta línea, en el laboratorio TNG se han identificado ciertas variantes en un gen involucrado en la regulación de la respuesta inmune, conocido como *CIITA*. En particular, se ha observado que variantes en este gen afectan el estado de activación de la microglia, las cuales son células del sistema inmune del cerebro encargadas de contender con infecciones y lesiones en el cerebro. Este hallazgo fortalece así la idea que relaciona un mal funcionamiento del sistema inmune del sistema nervioso central con la predisposición al desarrollo de la enfermedad de Parkinson.



Con estos resultados, actualmente en el laboratorio TNG se compara la presencia de estas variantes genéticas entre un grupo de pacientes afectados con EP y personas no afectadas por la enfermedad. De esta forma, se podrá determinar si existe una asociación entre este gen con el riesgo o la severidad de la EP. **H**





Suelo erosionado.

Suelos saludables

M. en C. Marisol Ramírez López / rl.marysol@gmail.com
Dra. Angélica Bautista-Cruz / mbautistac@ipn.mx

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional

El suelo es un recurso natural compuesto por materia orgánica e inorgánica. La materia orgánica está formada por residuos vegetales y animales e incluye la fracción viva del suelo compuesta por millones de bacterias, hongos y otros microorganismos del suelo. La fracción inorgánica incluye minerales, agua y aire.

Un suelo sano proporciona agua, aire y alimentos de buena calidad para los humanos y animales. También puede albergar varias especies de animales vertebrados, diversas especies de lombrices de tierra, entre 20 y 30 especies de ácaros, unas 50 a 100 especies de insectos, decenas de especies de nematodos, centenares de especies de hongos y quizás miles de especies de bacterias y actinomicetos.

Normalmente, es de color oscuro, suave y húmedo con un aroma fresco. Pero, ¿el suelo se puede enfermar? Claro que sí, al igual que sucede con los humanos, si no cuidamos de los suelos se pueden enfermar cuando se hace un uso inadecuado de ellos.

El empleo excesivo o indebido de productos químicos agrícolas como los fertilizantes y los plaguicidas, la erosión que sufre al talar los bosques y selvas, la expansión de las ciudades, la contaminación y el cambio climático son algunos de los factores que pueden enfermar al suelo. Es muy importante contar con suelos saludables para que puedan cumplir todas sus funciones:

1. Suministrar alimentos de buena calidad y sostener los ecosistemas terrestres como bosques, selvas, pastizales, entre otros.
2. Sostener la biodiversidad del planeta, ya que constituyen un hábitat para una gran diversidad de plantas y animales.
3. Ser la base para las infraestructuras humanas (edificios, casas, carreteras, aeropuertos, entre otros).
4. Combatir el cambio climático debido a que pueden almacenar grandes cantidades de carbono.

Los suelos están en serio peligro a nivel mundial, debido a que se pierden hasta 50 mil kilómetros cuadrados de suelo cada año.

5. Proporcionar nutrientes para las plantas, los microorganismos, las lombrices y los insectos que habitan en él.
6. Almacenar y filtrar el agua evitando inundaciones y ayudando a la absorción de algunos contaminantes para que no lleguen a los ríos o lagos.
7. Degradar todos los desechos orgánicos generados en nuestras actividades cotidianas.
8. Son un medio histórico, pues permiten conocer nuestra herencia cultural (restos arqueológicos), además de brindarnos información sobre la evolución de la vida (restos fósiles).

Los suelos están en serio peligro a nivel mundial, debido a que se pierden hasta 50 mil kilómetros cuadrados de suelo cada año. De tal manera que 33% del suelo mundial está degradado.

El suelo se pierde a una velocidad muy rápida, en cambio, se forma muy lentamente; la formación de 2 a 3 cm de



Foto: Natfot en Pixabay.

suelo puede tomar hasta 1000 años y por lo tanto se debe considerar un recurso natural no renovable que se agota rápidamente.

Por esta razón, es de vital importancia realizar acciones que permitan mantener o aumentar la salud de los suelos, por ejemplo, concienciar a la sociedad sobre la importancia del suelo, evitar en la medida de lo posible la deforestación, aumentar su contenido de materia orgánica adicionándole compostas o residuos de cosechas, sustituir y/o reducir el uso de fertilizantes químicos y otros contaminantes como pesticidas, reciclar residuos sólidos como el plástico, vidrio o papel. Todo esto con el fin de valorar y conservar los suelos saludables de manera que continúen cumpliendo sus funciones esenciales. **H**



Suelo saludable.



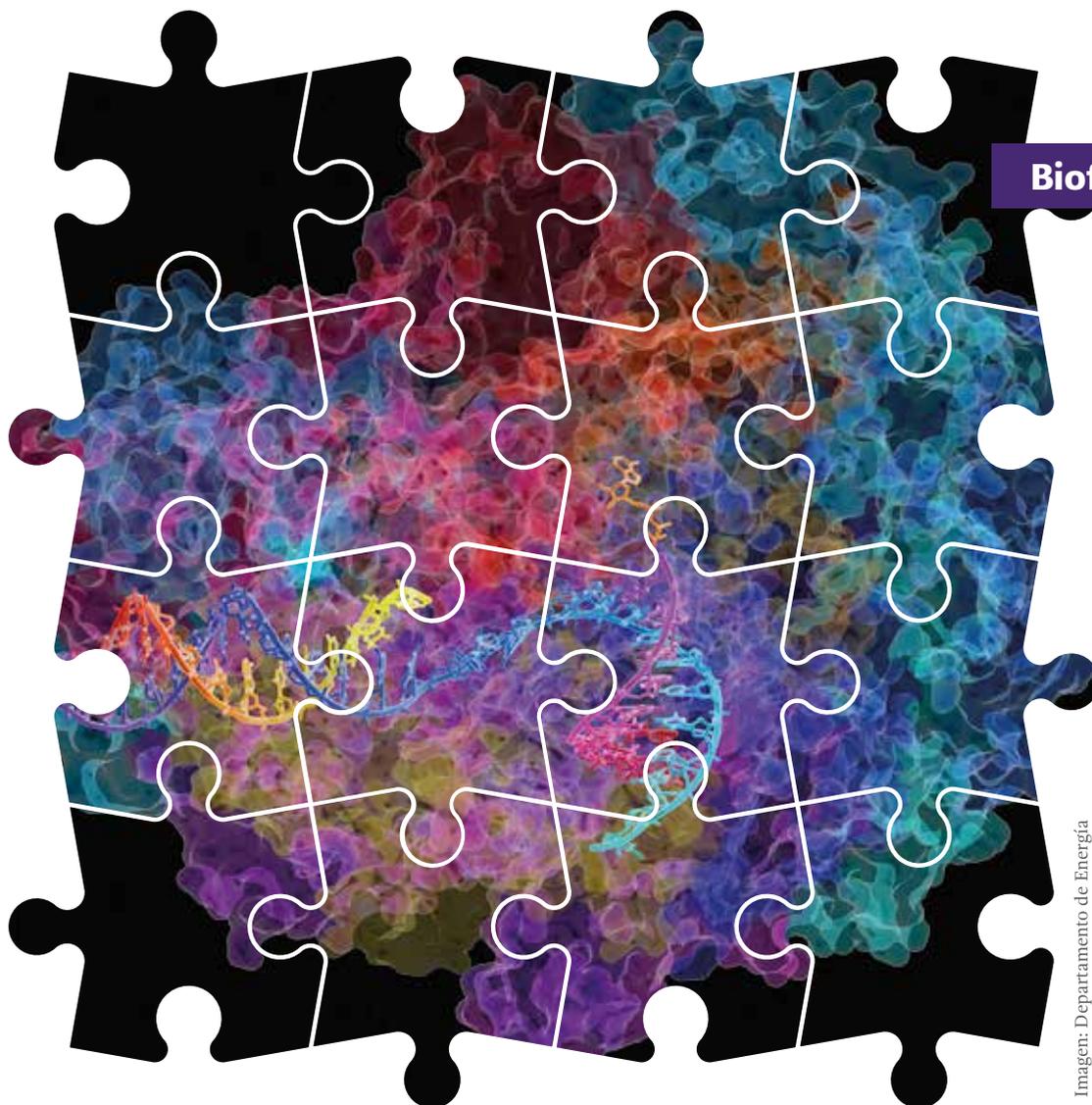


Imagen: Departamento de Energía de Estados Unidos de Norteamérica en Flickr.

Rompecabezas moleculares: buscando las piezas correctas

Dr. José Ángel Santiago Terrones / santiagoangel687@gmail.com
 Dra. Carmen Nina Pastor Colón / nina@uaem.mx

Centro de Investigación en Dinámica Celular
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Día a día estamos en contacto con millones de microorganismos, por ejemplo, los de nuestra flora intestinal, con los cuáles hemos establecido una buena relación. Podemos imaginar a nuestro cuerpo como un medio de transporte en armonía con estos organismos; sin embargo, no todo es miel sobre hojuelas, y algunos de nuestros pasajeros no son tan amigables y causan enfermedades que pueden ser mortales. Tal es el caso de bacterias del género *Salmonella*, que nos provocan salmonelosis, o de parásitos intestinales como *Taenia solium*, que causan cisticercosis.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la mayoría de estas enfermedades afectan fundamentalmente a la población de países en desarrollo y gran parte de ellas son causadas por parásitos eucariotas (organismos que, a diferencia de una bacteria, tienen su ADN en el núcleo de la célula), por ejemplo, el hongo *Candida albicans* que causa candidiasis, o el protozoario *Plasmodium falciparum* que causa malaria. En el último siglo hemos librado una guerra farmacológica contra estos organismos, y a pesar de que muchos de los fármacos disponibles han mostrado ser efectivos, su uso excesivo ha resultado en la selección de organismos resistentes, de modo que se necesitan buscar nuevos tratamientos contra estas enfermedades.

Compartimos moléculas esenciales con estos organismos, las cuales participan en diferentes funciones. Tal es el caso de las proteínas, que son la maquinaria de nuestro cuerpo y participan en procesos como la expresión de

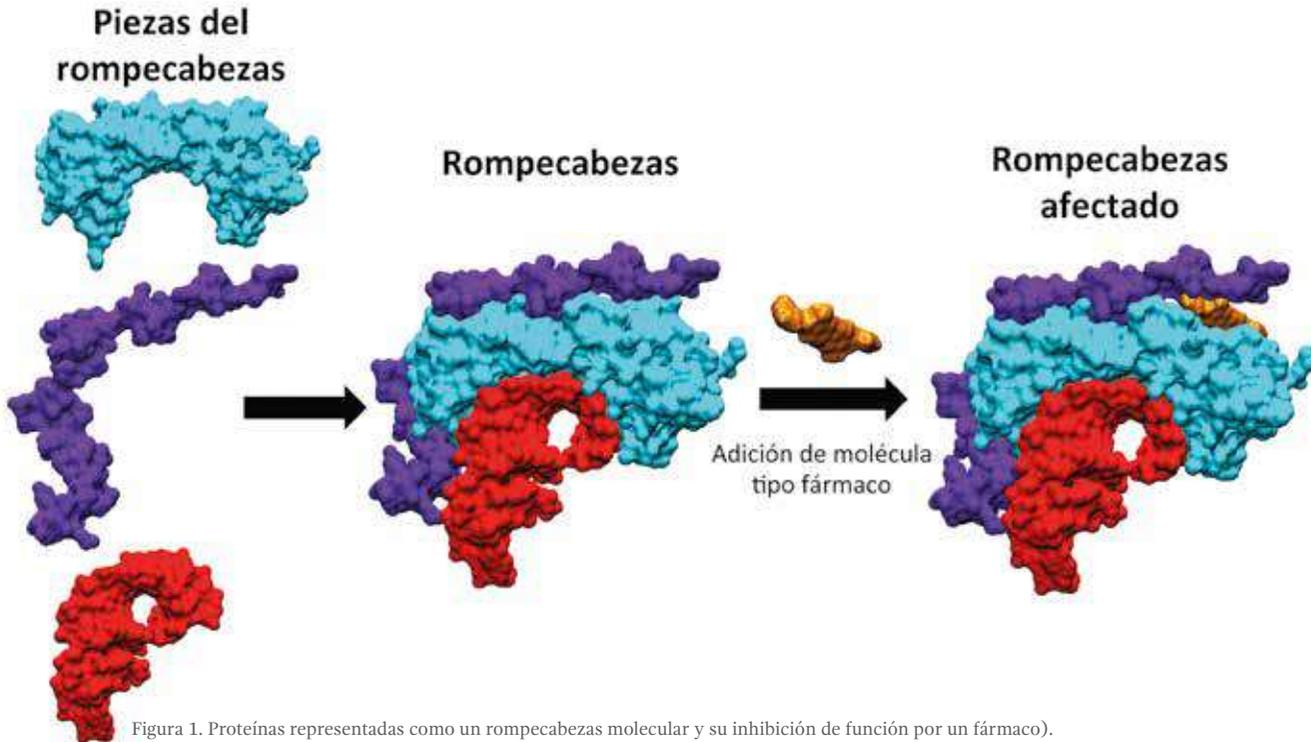


Figura 1. Proteínas representadas como un rompecabezas molecular y su inhibición de función por un fármaco).

genes y de soporte estructural, por ejemplo, en la formación de tejidos.

Si nosotros pudiéramos alterar alguno de estos procesos en los parásitos, comprometeríamos su supervivencia, provocándoles la muerte. Por lo tanto, las proteínas son las moléculas de elección para proponer un nuevo fármaco y afectar su función; a estas proteínas se les llama «blanco molecular».

Uno podría imaginar a las proteínas como piezas de un rompecabezas, los cuales sólo pueden embonar con aquellos otros que tengan la forma adecuada. Por lo tanto, para proponer una proteína como blanco molecular, lo que se busca esencialmente es que una molécula (el fármaco) embone adecuadamente en su superficie e inhiba su función (figura 1).

¿Cómo elegimos un blanco molecular?

Uno ideal sería aquel que solo esté presente en el parásito, pero no en nosotros, por ejemplo, si alguna vez han tenido gusanos intestinales, éstos tienen una proteína esencial para introducir átomos de cloro a sus células. Este canal de cloro es blanco molecular del fármaco ivermectina que promueve la muerte de estos gusanos. Nuestra versión de este canal es suficientemente distinta a la del gusano, por lo que la ivermectina no lo afecta.

Sin embargo, identificar blancos exclusivos de estos parásitos es complicado, ya que tenemos muchas proteínas

en común, así que, se recurre a buscar proteínas comunes, pero con diferencias en sus superficies. La búsqueda de estas diferencias es una tarea divertida, ya que se necesita una manera de visualizar la estructura o forma de las proteínas. Para nuestra fortuna, en los últimos 30 años una gran cantidad de estructuras de las proteínas han sido determinadas por diversas técnicas, como son la cristalografía de rayos X, resonancia magnética nuclear o crioelectromicroscopía, lo que ha permitido la propuesta de sitios blanco de fármacos.

¿Cómo podemos saber qué tan bien embonan la proteína y un compuesto?

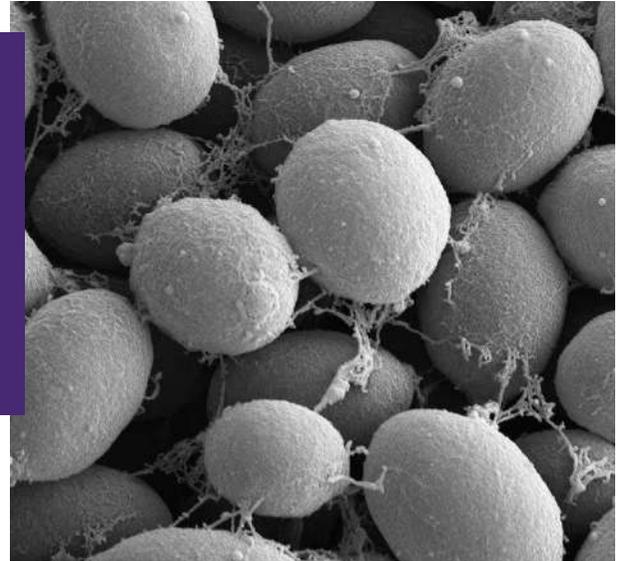
La bondad de la interacción entre una proteína y un compuesto se mide en un laboratorio; sin embargo, dado que se evalúan millones de compuestos, esto se convierte en un proceso largo y costoso, llegando a tomar un par de décadas o más y muchos millones de dólares la aprobación de un compuesto nuevo como un fármaco.

Una alternativa para reducir el número de compuestos a evaluar es usar la computadora, en donde una vez que se tiene la estructura de la proteína y de los compuestos, se identifican aquellos que embonan mejor en la superficie de la proteína. A estos programas computacionales se les llama de «acoplamiento molecular» y dan información de las interacciones importantes (cosa útil para hacerle ingeniería a los compuestos y mejorar su interacción) y qué tan fuertes son. Esto último es importante ya que se

Hemos encontrado compuestos con buena afinidad y selectividad por las TBPs de parásitos tales como *Taenia solium*, *Candida albicans* y *Plasmodium falciparum*.

buscan compuestos que interaccionen específicamente con la proteína del parásito y no con las de nosotros (término definido como selectividad), y también que los compuestos se unan fuertemente (término definido como afinidad).

En el Laboratorio de Dinámica de Proteínas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos estudiamos a la proteína de unión a cajas TATA (TBP por sus siglas en inglés) como posible blanco de enfermedades parasitarias. Esta proteína se une al inicio de un gen junto con una colección de otras proteínas que regulan la expresión de genes, haciendo un gran rompecabezas tridimensional. Esto hace que prácticamente toda la superficie de TBP sea un blanco para inhibir las interacciones con otras proteínas.



Micrografía de *Candida albicans*.

Autor: Kim Simons Jr.

En nuestro proyecto usamos programas de acoplamiento molecular (figura 2) para identificar compuestos que se unan de manera selectiva a la superficie de TBPs de parásitos eucariotas, y proponerlas como puntos de inicio para su evaluación experimental. A la fecha hemos encontrado compuestos con buena afinidad y selectividad por las TBPs de parásitos tales como *Taenia solium*, *Candida albicans* y *Plasmodium falciparum*, sugiriendo a TBP como un blanco molecular atractivo. **H**

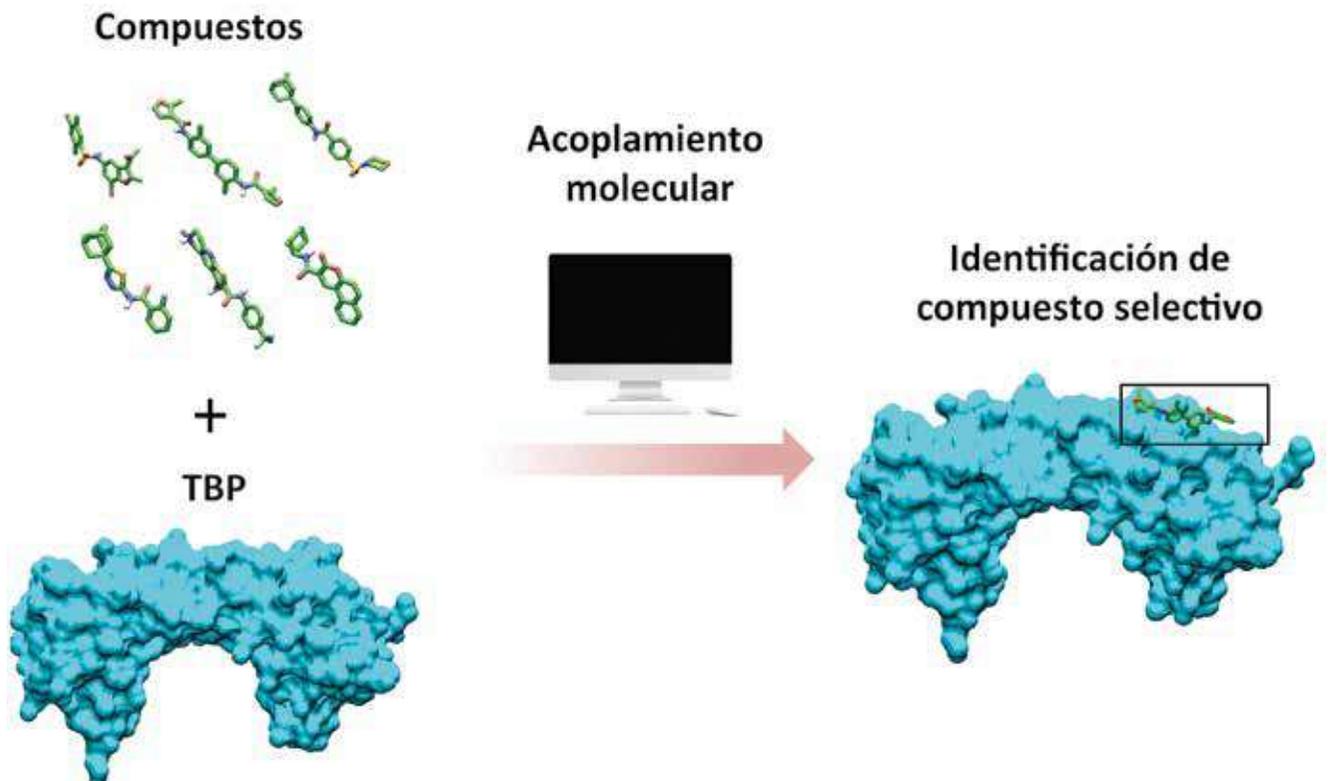


Figura 2. Diagrama del proceso de acoplamiento molecular.



Foto: Selene Ramos Ortiz.

Figura 1. *Quercus laurina*, encino dominante en los bosques michoacanos.

Un tesoro natural en Michoacán

Dra. Selene Ramos Ortiz
sel.ram.ort@gmail.com

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Cuando se es niño todo el tiempo se juega con el deseo de convertirse en superhéroe o en algún animal extraordinario. En mi caso, muchas veces jugué con la idea de ser un árbol, me preguntaba cuántas historias pude haber observado y cuántos atardeceres, lluvias, arcoíris y tempestades tuve que haber vivido. Mi curiosidad científica infantil comenzó con el asombro de encontrarme con dos gigantes inamovibles que vigilaban la puerta de mi casa.

Al transcurrir de los años, esos árboles majestuosos me acompañaban ofreciendo día a día sombra, hojas, flores o semillas con las cuales podía jugar. Además de mirar constantemente a sus fieles inquilinos o visitantes como aves, ardillas, colibríes, y las intrépidas hormigas que subían y bajaban constantemente con hojas acuestas.

Esa capacidad de asombro y observación que todo niño tiene y que muchas personas que viven en campo aún conservan, es lo que llamamos conocimiento empírico y que tomado de la mano con el conocimiento científico, conforman la ciencia básica.

Entonces, ¿por qué es importante saber sobre los bosques, su dinámica, sus interacciones, su importancia biológica y su importancia económica?

Los bosques proporcionan madera, una de las fuentes de energía y de materia prima más importante en el planeta, clave en el suministro de lo que hoy se denomina bienes y servicios ambientales, además de que juegan un papel importante en la naturaleza, y más en nuestro país donde son muy abundantes, de forma particular los bosques templados con 94 especies de coníferas y 161 especies de encinos (figura 1).

Los bosques a su vez repercuten en nuestras vidas de forma directa, ya que todos los árboles protegen el suelo de la erosión con sus extensas raíces, regulan el ciclo

Los bosques van envejeciendo, perdiendo árboles y en ocasiones no se siembra uno nuevo ni por casualidad, y si sucediera, no se le da una continuidad hasta llegar a ser adulto.

hidrológico al favorecer la infiltración de agua en el suelo y la evaporación, haciendo menos catastróficas las inundaciones y hacen el clima menos variable bajo sus copas.

Además de que nos protegen, mantienen la biodiversidad y soportan nuestras acciones desmedidas. Debido a lo anterior se consideran como un tesoro natural y aunque parecieran recursos permanentes y renovables, no lo son, les cuesta demasiado tiempo recuperar el terreno perdido.

Actualmente, los bosques no son valorados en su justa dimensión, debido a que no tenemos presentes todos los beneficios que nos otorgan, en otras palabras, si un árbol tuviera WI-FI no dudaríamos en dormir al pie de sus raíces, así podrían permanecer en el tiempo, sobre todo a largo plazo.

El hecho de que los árboles mueran no es cuestión de preocuparse, porque morir es el ciclo de todo ser vivo. Lo que sí debería preocuparnos es por qué no son sustituidos por otros nuevos (reforestación natural o asistida). Los bosques van envejeciendo, perdiendo árboles y en ocasiones no se siembra uno nuevo ni por casualidad, y si sucediera, no se le da una continuidad hasta llegar a ser adulto.

Existen otros factores o consecuencias de la pérdida de los bosques siendo cada vez más obvias y en ocasiones desastrosas, tales como las políticas de desarrollo rural que han fomentado la sustitución de la cobertura forestal (primaria) por otro tipo de coberturas de mayor producción a corto plazo, pero de bajo rendimiento a mediano y largo plazo, siendo entonces las causas principales de la deforestación, como es el caso de los cultivos y pastizales inducidos, por ejemplo, cultivo de aguacates.



Foto: Olca Ertem.



Y en Michoacán, ¿qué pasa con los bosques?

La acelerada pérdida de los bosques conlleva a grandes problemas ambientales, en Michoacán destacan las inundaciones (en Morelia, Zamora, Apatzingán, Tancitaro y Uruapan, 2015), los deslizamientos de laderas (el caso de Angangueo, zona de Reserva de la Biosfera de la mariposa monarca, 2010), la pérdida de biodiversidad y por lo tanto de la productividad, y otros fenómenos que traen consecuencias graves para las poblaciones humanas.

El calentamiento global y sus repercusiones son resultado parcial de estas tasas aceleradas de deforestación, que contribuyen con alrededor de un 25% de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, dicho de otra forma, en unos cuantos años el cambio de vegetación será radical, donde los bosques tropicales y selvas desplazarán a nuestros bosques templados.

Si bien es cierto que, en las últimas décadas no se ha apreciado la pérdida total de alguna de las especies conocidas de coníferas dentro del estado, hay 20 especies de pinos a nivel nacional que se encuentran en alguna categoría de riesgo (en peligro, amenazadas o sujetas a protección especial) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El deterioro creciente de los bosques templados en Michoacán convoca de manera necesaria a reforestar



Foto: Hans Braxmeier.

eficientemente para fines comerciales, para la recuperación de suelos y la restauración ecológica.

Finalmente, es de suma relevancia el seguir estudiando a las especies forestales de Michoacán, pues nos permitirá evaluar el riesgo y manejo de los bosques templados, especialmente pinos y encinos, realizando investigaciones desde enfoques ecológicos, económicos y ambientales.

La investigación científica, por lo tanto, debe contemplar un manejo integral que incluya el mantenimiento de hábitats para la conservación *in situ*, la obtención de germoplasma para bancos de semilla y jardines botánicos, además de la reforestación en sitios amenazados. **H**



Foto: Laura Latimer.





Detalle de la escritura cuneiforme del Código Hammurabi, que reúne los preceptos civiles y penales del momento.

Las ciencias son determinantes en la evolución humana, puesto que sin ellas aún nos encontraríamos en estado primitivo. Conforme a la evolución y a la necesidad de convivir en una sociedad, el ser humano tuvo que crear reglas, así como normas para que el orden y la paz se establecieran en sus comunidades y no todo fuera caos. Las ciencias jurídicas se pueden definir como dinámicas y no estáticas ya que están en constante cambio conforme a la evolución de una sociedad determinada o global, para poder precisar y ajustar las normas jurídicas al individuo.

Los primeros pasos de esta ciencia se vislumbraron hace miles de años en el oriente, donde se desarrolló uno de los primeros hallazgos: el Código Hammurabi, escrito en babilonio antiguo en una estela de piedra de 2.25 metros de largo, que plantea particularmente:

- Los precios: los honorarios de los médicos varían según se atiende a una persona libre o a un esclavo.
- La responsabilidad profesional: un arquitecto que haya construido una casa que se desplome sobre sus ocupantes y les haya causado la muerte es condenado a la pena de muerte.
- El funcionamiento judicial: la justicia la imparten los tribunales y se puede apelar al rey; los fallos se deben plasmar por escrito.
- Las penas: aparece inscrita una escala de penas según los delitos y crímenes cometidos. La base de esta escala es la Ley del Talión.

Las ciencias jurídicas y su evolución tecnológica

Lic. Odette Mendoza Becerril / odettembsn@gmail.com
Universidad Aztlán



Por otro lado, al igual que el Código Hammurabi, las ciencias jurídicas obtuvieron su máximo esplendor en las «Leyes mosaicas» siendo estas dictadas por Dios mismo a Moisés para que la sociedad las acatara y se rigieran bajo un mandato divino.

El impacto de estas leyes fue tal, que hasta el día de hoy en diversas religiones se siguen mencionando y no solo eso, sino que fueron un antecedente directo de lo que hoy es el derecho escrito y oral en diversos sistemas jurídicos, como lo son también las XII tablas talladas con un acabado a base de piedra en Roma, como principios jurídicos para los ciudadanos, esclavos y extranjeros.

Cuando se habla del derecho se habla de lo jurídico, y éste de ser tallado en piedra pasó a papel; pero lo significativo es que lo tallado en piedra actualmente sigue rigiendo las bases de los sistemas jurídicos como lo son el derecho anglosajón y el romano-germánico, siendo el primero un sistema oral y el segundo un sistema escrito, pero conforme a la evolución humana, sus diferentes descubrimientos y avances científicos, también trastocaron el derecho conforme a las TICs (Tecnologías de la información y la comunicación).

2

LEGES
XII. TABVLARVM
COLLECTÆ SVISQVE TABVLIS
RESTITVTÆ
AB
JACOBO GOTHOFREDO IC.



C.G.

Reinhart
H.A.B.

FRANCOFVRTI ad VIADRVM.
Typis JOH. CHRISTOPH. SCHWARTZII.



Las TICs

Las tecnologías de la información y la comunicación son todas aquellas herramientas, y programas que se utilizan para procesar, administrar y compartir la información mediante diversos soportes tecnológicos, tales como dispositivos móviles o de escritorio.

Definiendo esto dentro de un modelo, el ciberespacio es un ejemplo de sistema viable, dentro del derecho digital se integran elementos como la tecnología, la comunicación y la información, dado que sus partes comparten la misma estructura orgánica, en consecuencia, volviéndose un sistema viable en un mundo digital, apoyándose de diferentes plataformas y soportes tecnológicos.

Actualmente, las ciencias jurídicas a nivel mundial tuvieron que adaptarse o están en proceso de adaptación precisamente para regular las TICs, ya que en la actualidad la mayor parte de las personas pasan demasiado tiempo ocupando las distintas tecnologías, así como la modernización de bancos, tiendas departamentales, redes sociales, páginas de internet, entre otros, se ha prestado para que algunas personas hagan mal uso de ellas, como los *hackers* que llegan al robo de identidad con la finalidad de sustraer cuentas bancarias o hacer compras digitales con números de cuenta que no son los propios.

Los piratas cibernéticos no son lo único que existe en la red mundial, también se ha llegado a un acoso digital

denominado *ciberbullying* más frecuente en niños y adolescentes, que se presenta de distintas formas, desde insultos, discriminación o burla sobre características físicas, forma de vestir, gustos, hacer pública información o fotografías que avergüenzan a la víctima, robo de identidad y suplantación, hasta amenazas de daño físico y otros cargos que pueden ser tipificados como delincuencia juvenil.

Es por esto por lo que la ciencia jurídica se ha innovado con la tipificación en el código penal en distintos países con los delitos informáticos, electrónicos y cibernéticos, para no dejar pasar por altos los delitos que pudieran ser cometidos en el espacio digital y resguardar la integridad física, psicológica y moral del individuo.

En diversos sistemas jurídicos se están implementando juicios en línea, así como el uso de plataformas digitales para agilizar la solución de conflictos de intereses, se prevé que en un futuro los juicios como tal lleguen a realizarse por medio del ciberespacio, así como los trámites, la educación e inclusive algunos trabajos.

Pero lo importante es que cada persona sepa que las TICs se deben de ocupar para el beneficio de la comunidad digital global y no para el perjuicio de ésta, es por esto por lo que la ciencia jurídica ha tenido que evolucionar por las violaciones a la ley y para poder brindar una mejor protección al individuo, así como una comodidad para la obtención de documentos digitales mediante trámites, información, búsqueda de datos, citas y registros. **H**



Foto: Melk Hagelslag.



Los maestros de la invisibilidad

M. en C. Ariadna Esmeralda Ávila García
ariadna.avila.g@gmail.com

Universidad Autónoma de Baja California Sur

En el mundo existen criaturas extraordinarias que son invisibles a los sentidos humanos y animales. Ellos hacen uso del camuflaje o el mimetismo para pasar desapercibidos y con ello evitar, en su mayoría, ser devorados por otros. Entre mejor sean en ser invisibles, mayores probabilidades tendrán de poder reproducirse y mantener a la especie por mucho tiempo más. Pero, vamos por partes y expliquemos primero si existen diferencias entre el camuflaje y el mimetismo, ya que es muy común confundirlos.

Camuflaje

También conocido como cripsis, es cuando nos referimos a organismos que presentan un aspecto similar al medio. Este es posible mediante varias formas como son la inmovilidad, el movimiento, la forma, el patrón y el color.

Los búhos, por ejemplo, aplican la inmovilidad y el color para pasar desapercibidos en el medio que habitan, ya sea que existan blancos como la nieve o con colores similares a un tronco donde se protegen.

Por otro lado, y por difícil que parezca, las cebras, los guepardos, tigres y gatos monteses, están camuflajeados, ¿puedes creerlo? Las líneas de las cebras presentan un patrón similar a la maleza que las hace invisibles a los ojos de sus depredadores, de forma similar los tigres y guepardos pasan desapercibidos ante los ojos de sus presas, ellos además utilizan el movimiento lento y sigiloso para poder atacar sin ser vistos.

El insecto palo o el insecto hoja, son claro ejemplo de ello, estos tienen una forma y color similar a donde habitan y estos cambios lo pueden hacer gradualmente a lo largo de todo su desarrollo o lo pueden tener desde el principio de su vida. El más famoso de todos y que seguramente has escuchado hablar es el camaleón, este reptil puede cambiar de color y lograr tener la apariencia de cualquier superficie donde se pose.



Figura 1. *Zenopontonia soror*, camuflaje con estrellas de mar.

Mimetismo

Ahora hablemos del mimetismo, el cual hace referencia a los organismos logran ser iguales a otros organismos, es decir, son mimos de otras especies en color, forma e inclusive olor o sabor. Existen dos estilos principales:

- **Batesiano** (en honor a Henry Walter Bates): es cuando dos o más especies son similares en apariencia, pero solo una de ellas está armada, es decir, solo una de ellas es un peligro inminente, esto hace que la otra especie que no puede hacerte ningún daño este protegida por que tú u otros depredadores se imaginan que es la otra.

Para ejemplificar este mimetismo daremos dos casos. El primero, son las moscas de la familia *Syphridae*, las cuales comen el polen de las flores, pero no tiene un aguijón, ni inyectan veneno, su apariencia las hace parecer peligrosas y así evitan ser comidas. Otro ejemplo similar, son los falsos coralillos que, a diferencia de las verdaderas, ellas no pueden ocasionar la muerte.

- **Mülleriano** (en honor a Fritz Müller): se refiere a dos especies no comestibles por su olor o sabor que se imitan por una coloración vistosa de advertencia, ambas se benefician ya que los depredadores reconocen



Figura 2. *Sandyella tricornuta*, camuflaje con coral negro.

Imágenes: Jon Anderson.

el color y lo asocian con un sabor nada agradable para ellos. Al compartir las mismas características de color con otras especies, comparten los beneficios de la protección, es común observar este tipo de mimetismo en ranas y mariposas.

Medio marino

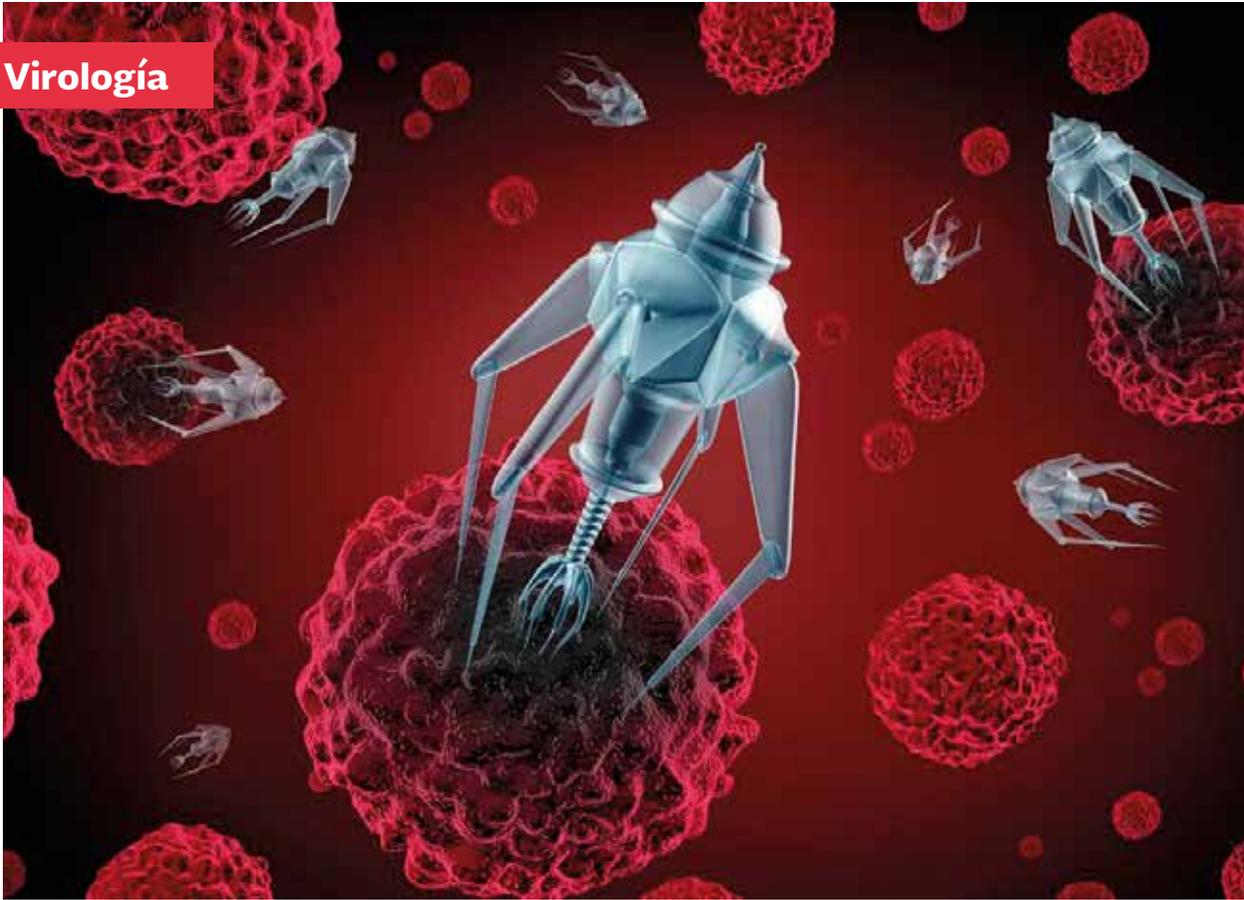
En el medio marino las cosas son muy similares, existen numerosos animales que a lo largo de varias generaciones se han adaptado a tener formas, patrones y colores muy similares a los organismos o al hábitat donde viven. Muchos crustáceos que han desarrollado la vida en simbiosis (organismos que viven juntos y desarrollan partes vitales de su vida en conjunto), presentan este característico fenómeno.

Actualmente en México se está investigado sobre si este fenómeno está asociado a la vida en simbiosis como un proceso significativo de protección, lo que nos ayudaría a entender en mayor medida la evolución de las especies. A continuación, te cuento de dos especies de camarones carideos que presentan este característico fenómeno.

El primero es *Sandyella tricornuta* que habita en las profundidades marinas, este es un pequeño camaroncito que vive en coral negro, al igual que él, hay otros camarones en todo el mundo y en todos los océanos. Este camaroncito se asemeja a la forma y coloración de los corales y es casi imperceptible (figura 2). Otro ejemplo es el *Zenopontonia soror*, que habita en muchas especies de estrellas marinas y tiene la particularidad camaleónica de cambiar de color de acuerdo a la posición dentro de la estrella e inclusive pasar desapercibido como una espina más (figura 1).

Finalmente, para terminar de asombrarnos te cuento acerca del pulpo mimo, el maestro del camuflaje y del mimetismo al mismo tiempo, increíble ¿cierto?, lo hace con una cualidad única, él puede imitar la forma tanto de sus presas como de sus depredadores de un modo sorprendente. Estos hermosos organismos pueden cambiar su forma, su color y además el movimiento, utilizando todas las maneras posibles para comer y para no dejarse comer.

¿Qué te parece? Ahora podrás ver la naturaleza con otros ojos y observar tu entorno para investigar más sobre los maestros de la invisibilidad. **H**



Virus motorizados: las nuevas nanoarmas contra el cáncer

Yunuhen Badillo Marroquín / g8_badi19@ens.cnyn.unam.mx
Dra. Karla Oyuky Juárez Moreno / kjuarez@cnyn.unam.mx

Centro de Nanociencias y Nanotecnología
Universidad Nacional Autónoma de México

Hetsssel Alain Bernardino Cruz / alainluna@live.com.mx
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Universidad Nacional Autónoma de México

Quando los viejos medicamentos no son suficientes para atacar las células cancerígenas, el ser humano une sus fuerzas con antiguos enemigos con el fin de crear una nanoarma como alternativa para tratar el cáncer de mama.

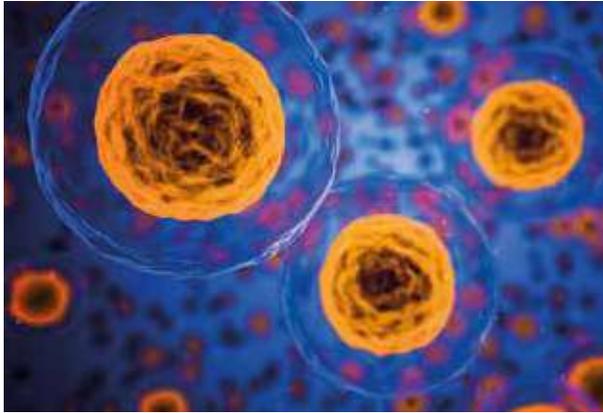
El cáncer ataca

Poco a poco la invasión comienza. Pareciera que una guerra se ha desatado en el organismo, con decenas de células que han empezado a dividirse de forma descontrolada. Ni siquiera las armas químicas que hemos utilizado durante años son suficientes para detenerlas. Sin embargo, esta vez se han buscado soluciones en lugares menos esperados, pues distintos grupos de científicos han planteado la utilización de virus como nanoherramientas para combatir el cáncer.

La diversidad de esta enfermedad es tan grande que hasta ahora se conocen más de 200 tipos de cáncer, siendo el de



Imagen: Arek Socha.



La bionanotecnología es el conjunto de áreas como la química, biología, medicina y genética que permite estudiar y encontrar aplicaciones a los sistemas biológicos que se encuentren entre 1 y 100 nanómetros, tales como proteínas o compuestos celulares.

mama el que a más mujeres afecta en México, con hasta 60 nuevos casos por día.

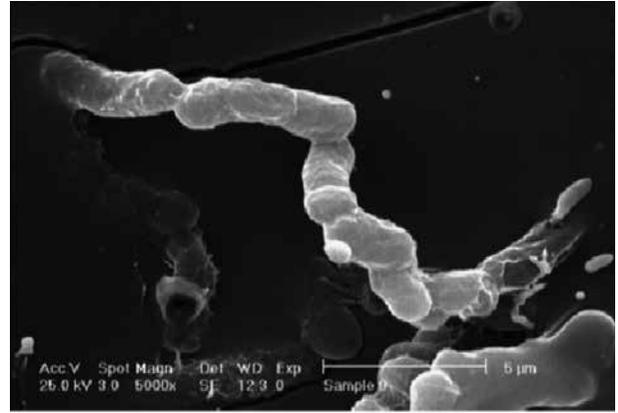
Actualmente, el 80% de los casos de este cáncer son tratados con un medicamento llamado tamoxifeno, que se administra después de una quimioterapia o radiación. Para entender cómo es que actúa, les hablaremos de uno de los «alimentos» que permite el crecimiento de las células cancerosas conocido como estrógeno. Este es una hormona que se une a ciertas proteínas presentes en la membrana celular llamadas receptores.

Pero, ¿qué tiene que ver el tamoxifeno con el estrógeno?

Resulta que ambos presentan una forma muy similar, por lo que compiten por los receptores, así que cuando se introduce el tamoxifeno, éste le gana el lugar al estrógeno, provocando que las células cancerosas «mueran de hambre».

Hasta aquí todo va muy bien, sin embargo, una de las desventajas que tiene este sistema, es que el tamoxifeno se encuentra inactivo cuando ingresa al cuerpo y la molécula encargada de ser su activador es el citocromo P450 que se encuentra dentro de todas las células.

El problema radica en que a diferencia de las «células sanas», las de cáncer no tienen suficiente citocromo P450 para activar todo el medicamento anticanceroso, lo que provoca que el tamoxifeno pueda ser procesado en «células sanas» de otros lugares del cuerpo y por lo tanto, se generen los conocidos efectos secundarios tóxicos.



Morfología de *Bacillus megaterium*.

Imágenes: S. Mohsen Asghari.

Alianza con viejos enemigos

Y ahora llega el turno de los investigadores mexicanos de unirse a esta guerra, pues en el departamento de Bionanotecnología del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN-UNAM), se investiga la creación de un aliado tan multifuncional como una navaja suiza, capaz de aumentar las probabilidades de éxito del tamoxifeno para el tratamiento del cáncer.

Pero primeramente, ¿dónde podríamos conseguir el citocromo P450 fuera del cuerpo humano? Fue ahí cuando voltearon a ver a la bacteria *Bacillus megaterium* como una fábrica de proteínas.

La técnica usada es conocida como obtención de proteínas recombinantes, en las que se introduce la información genética de la molécula de interés al interior de la bacteria, para producir un instructivo en forma de ácido ribonucleico (ARN) que dará la información para generar la proteína, en este caso del citocromo P450.

Una vez obtenido en la fábrica, para garantizar que nuestro soldado el citocromo P450, se dirigiera exactamente a las células cancerosas, sin que éstas activaran sus defensas, los científicos del CNyN tuvieron que idear un tanque para proteger e introducir al soldado, tal como el caballo de Troya.

El premio a la innovación en Bionano: Ciencia y Tecnología 2018 fue otorgado al equipo del doctor Rafael Vázquez Duhalt, pertenecientes al Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, por su propuesta «Nanoreactores biocatalíticos multifuncionales para el tratamiento del cáncer de mama».

Es así como se utilizó la armamentaria de otro antiguo enemigo, un cascarón proteico no infeccioso, ya probado para transporte de fármacos, llamado Partículas Tipo Virus (VLPs). Estos cascarones provienen del virus conocido como bacteriófago P22, que posee una cápsula proteica pequeñísima (aproximadamente 58 nanómetros), lo que resulta ideal para proteger la enzima, ya que es muy sensible y se puede destruir si está en condiciones extremas.

Como todo vehículo, para promover su durabilidad, es necesario colocar un protector contra cualquier situación que lo dañe; es entonces cuando un recubrimiento puede ser la solución.

En el caso de los nanovehículos, una buena opción es el polietilenglicol (PEG), un químico que los protege de los fluidos biológicos, aumentando así el tiempo en circulación, a la vez que disminuye las probabilidades de que se peguen a otras células.

Por si fuera poco, las enzimas que han sido modificadas con esa sustancia evitan ser «marcadas» y detectadas por los macrófagos (grandes células guardianas del cuerpo, que son capaces de «comerse» a sustancias extrañas). Esto es muy útil para el citocromo P450, pues debido a su origen bacteriano, aún cuando haya sido purificada en múltiples ocasiones, siempre quedan restos de su pasado. Al recubrir o «funcionalizar» los nanovehículos con esta capa de PEG, se logra disfrazar al citocromo P450 dentro del vehículo y los policías celulares no lo consiguen detener.

Dos por uno

Lo que distingue a este nanovehículo, es que puede tener un control remoto, gracias a que las VLPs son buenas plataformas para portar una «antena» que es activada a través de una longitud de onda de la luz. Precisamente, la terapia fotodinámica (TFD) busca que en un futuro, sea posible activar al nanovehículo al prenderse una lámpara en el lugar donde se ha detectado el tumor y así generar el daño únicamente en la zona deseada.

El futuro de la medicina

Ahora que ya se ha visto en cultivos celulares, se puede avanzar a la experimentación con modelos animales, para posteriormente ir a los estudios clínicos, lo que en un futuro permitiría posicionar medicamentos de base nanotecnológica a la venta por la industria farmacéutica, proceso que suele durar entre diez y quince años. La medicina y las formas de ver las enfermedades nunca volverán a ser las mismas. La guerra apenas comienza. **H**



Terapia fotodinámica (TFD).



Foto: Achim en Flickr.

A lo largo de la historia el ser humano ha utilizado plantas para curar diversas enfermedades. Actualmente, un 60% de los medicamentos empleados para el tratamiento del cáncer fueron obtenidos de compuestos producidos por las plantas, que después de aislarse y purificarse se sintetizaron por procedimientos químicos en un laboratorio.

Los medicamentos llamados Vincristina, Etopósido y Paclitaxel, que se usan como tratamiento para diversos tipos de cáncer (de próstata, cerebro, esófago, páncreas, vejiga, colon, leucemia, pulmón, ovario, entre otros), se obtuvieron a partir de compuestos presentes en la raíz o corteza de las plantas vinca de Madagascar, la mandrágora y árbol tejo del pacífico, respectivamente.

En México, contamos con plantas medicinales que tienen compuestos que podrían utilizarse para tratar el cáncer, algunas de ellas con propiedades que han sido estudiadas en los laboratorios son las siguientes:

- Orégano: compuestos extraídos de sus hojas disminuyen la multiplicación de células de cáncer de colon.
- Chacloco o coloradillo: disminuye la multiplicación de células de cáncer cervicouterino (CaCu).
- Asclepia o algodoncillo: disminuye la multiplicación de células de CaCu, próstata y pulmón.
- Tomatillo o tomate verde: de esta planta se aislaron unos compuestos llamados *withanólidos* que protegen a ratones contra el cáncer de hígado; además, disminuye la multiplicación de células de cáncer de colon, riñón y piel.

Plantas medicinales mexicanas contra el cáncer

Dra. Carla O. Contreras Ochoa / ccontreras@insp.mx
Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas
Instituto Nacional de Salud Pública

- Copal: compuestos extraídos de sus hojas disminuyen la multiplicación de células de cáncer de mama.
- *Kabal piich* o *kaam bal*: de la corteza y raíz se aislaron compuestos llamados secundiflorol e espinochalcona que causan la muerte de células de CaCu y cáncer de próstata.

De acuerdo a lo anterior, podemos concluir que las plantas medicinales mexicanas son fuente de compuestos con potencial actividad contra el cáncer, sin embargo, falta profundizar en su estudio e identificar su mecanismo de acción.

En el laboratorio evaluamos el efecto de compuestos obtenidos de diversas especies de plantas y hongos mexicanos sobre el crecimiento de células tumorales, algunos compuestos son buenos candidatos, ya que inhiben la multiplicación de estas células; no obstante, aún tenemos mucho trabajo por realizar para comprobar sus propiedades. **H**



631372 en Pixabay.

El invaluable papel de los insectos en la naturaleza y nuestra sociedad

Biól. Ricardo de Jesús Ramírez Hernández
rich.ramirez.deuterostomados@gmail.com

Laboratorio de Ecología de Comunidades
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

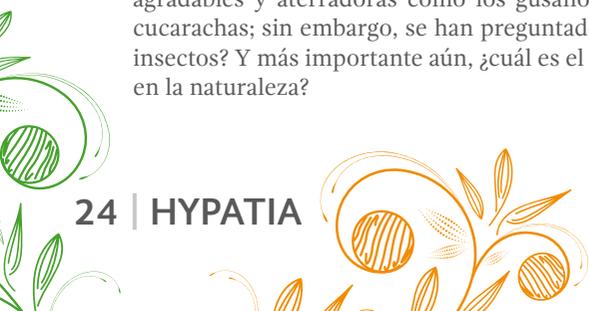
Todos hemos visto películas de extraterrestres con formas muy extrañas, con muchas patas, enormes ojos, afiladas mandíbulas y largas antenas, que al parecer provienen de nuestras peores pesadillas; increíblemente, muchas de estas formas alienígenas y algunos monstruos están inspiradas en los insectos.

Lo primero que nos viene a la mente al pensar en estos bichos es que son pequeñas criaturas, quizá un tanto desagradables y aterradoras como los gusanos, zancudos y cucarachas; sin embargo, se han preguntado ¿qué son los insectos? Y más importante aún, ¿cuál es el papel de éstos en la naturaleza?

Antes que nada, debemos aprender a diferenciar un insecto de cualquier otro bicho y hay una manera muy fácil de hacerlo, ¡contando sus patas! Mientras que las arañas tienen ocho, los insectos solo tienen seis.

Los insectos son criaturas que se encuentran casi en todas partes, como los bosques, desiertos, selvas, lagos y cuevas, excepto en lugares muy fríos como los polos y en los océanos. Por ello existen muchos tipos: hay voladores, trepadores, corredores, saltadores, acuáticos, excavadores y muchos otros.

Los científicos han calculado que existe más de un millón de especies en el mundo, lo que los convierte en los seres vivos más diversos y abundantes del planeta, aun así, se estima que hay un porcentaje muy elevado de especies que todavía no han sido descubiertas. Su alimentación es muy variada ya que pueden comer madera, plantas, frutos, otros insectos, carroña e incluso excremento.



Importancia biológica de los insectos

A pesar de que muchos pensarían que los insectos son criaturas insignificantes, la realidad es que estos organismos desempeñan papeles muy importantes en la naturaleza. Imaginemos a los bosques como inmensas ciudades en las cuales se producen toneladas de basura diariamente: hojarasca, madera podrida, excremento y animales muertos, todo esto se acumula principalmente en el suelo.

Es entonces cuando entran en acción miles de bichos para limpiar, y la mayoría se alimentan de esos desechos. A estos insectos se les conoce como coprófagos y carroñeros (que se alimentan de excremento y de carroña, respectivamente), como es el caso de muchos tipos de moscas y escarabajos. Ellos contribuyen a eliminar y reciclar los desechos, lo cual impacta positivamente en el mantenimiento del suelo y por lo tanto, el funcionamiento de los bosques.

Quizás el servicio más conocido que nos ofrecen los insectos es la polinización, y a pesar de que las más populares son las abejas, también existen otros polinizadores como las mariposas, escarabajos, avispas y algunas moscas. Éstos desempeñan una labor fundamental ya que de su trabajo dependen muchas especies de árboles y plantas de los cuales muchas son cultivos para el consumo humano, sin estos polinizadores la mayoría de las plantas que son indispensables para el funcionamiento de los ecosistemas desaparecerían, alterando el equilibrio natural y poniendo en riesgo la supervivencia del planeta.

Por otro lado, muchos de los insectos que existen son depredadores, lo que va más allá de devorar a sus vecinos. Algunas especies podrían verse favorecidas para reproducirse descontroladamente, lo cual representa una amenaza que podría acabar en un abrir y cerrar de ojos con



Foto: Strikers en Pixabay.

kilómetros enteros de bosques; es entonces cuando los depredadores entran en escena, las catarinas, escarabajos tigre, avispas, mantis y algunas chinches actúan como control biológico muy importante en la naturaleza y la agricultura para el surgimiento de estas plagas.

Quizás el servicio más conocido que nos ofrecen los insectos es la polinización.



Foto: Ron van den Berg.

Insectos comestibles

En muchos países existen culturas en las que comer insectos es algo muy común, esta actividad es conocida como entomofagia. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que en el mundo se consumen más de 1900 especies.



Son invaluableles los servicios y el papel que los insectos desempeñan en la naturaleza

En México, se consumen algunos tipos de insectos considerados un manjar: chinches, chapulines, escamoles, gusanos de maguey, hormigas chicatanas y muchos más que forman parte de platillos o como una deliciosa botana.

Es necesario mencionar que esta actividad podría cobrar más importancia por un preocupante motivo; la crisis mundial de alimentos, a medida que la población humana incrementa y los alimentos escasean, los científicos estiman que en un futuro no muy lejano será necesario incluir insectos como parte de nuestra dieta y por increíble que parezca, éstos son una fuente de proteínas.

La crisis de extinción de los insectos

En las últimas décadas se ha observado una disminución en las poblaciones de insectos provocada por actividades humanas como la pérdida de su hábitat, uso de pesticidas, contaminación, especies invasoras, explotación comercial e incluso el cambio climático, son algunas de las principales.

Los órdenes de insectos que se ven más afectados son los de las abejas, hormigas, avispas; las mariposas y polillas; y el de los escarabajos peloteros; además de otros grupos cuyas larvas acuáticas dependen de la buena calidad de los cuerpos de agua como las libélulas, efímeras, entre otros.

Son invaluableles los servicios y el papel que los insectos desempeñan en la naturaleza, de los cuales nos vemos beneficiados. Por lo tanto, es imposible pensar en un mundo sin ellos. Actualmente se han propuesto soluciones para su conservación como el desarrollo del interés por este grupo, el mejoramiento de prácticas agroecológicas y principalmente la concientización de la sociedad a nivel mundial. **H**

Foto: Satya Prem.

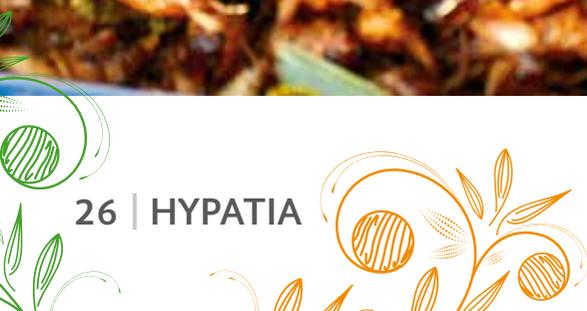




Foto: Dr. Fernando M. Contreras-Moreno

Como parte de la estrategia para mitigar los efectos de la sequía en la región de Calakmul, la RBC abastece de agua a la fauna silvestre en bebederos artificiales, los cuales son usados por diversas especies como el tapir.

Crisis del tapir en Calakmul, un efecto del cambio climático

Dr. Fernando M. Contreras-Moreno / fernandom28@hotmail.com
Reserva de la Biósfera de Calakmul; Campeche, México

Cuando se menciona las crisis que viven los mamíferos por la falta de agua en las áreas naturales, inmediatamente transportamos nuestros pensamientos a zonas desérticas como el desierto del Sahara en África, o las extensas estepas de Australia, sin embargo, pocas veces pensamos que en los bosques tropicales también ocurren crisis por la falta del vital líquido. Este es el caso de la Gran Región de Calakmul (GRC), que se encuentra en el sur de México.

Esta región se encuentra conformada principalmente por la Reserva de la Biósfera Calakmul (RBC), las reservas estatales Balam-Kim y Balam-Ku, que se encuentran dentro de la península de Yucatán al sureste del estado de Campeche, la Reserva de la Biosfera Maya (en Guatemala) y el área de conservación del Río Bravo Dos Milpas (en Belice), que en conjunto comprenden el bosque tropical más grande de Mesoamérica, con cerca de 3 millones de hectáreas (figura 1).



A los tapires les gusta pasar parte del día remojado en las «aguadas», comportamiento que se ve alterado al faltar agua en estos humedales.

La región de la Selva Maya, como también se le conoce a la región, carece de ríos caudalosos o cuerpos de agua superficiales extensos, de tal manera que las fuentes de agua disponibles son lagunas someras, conocidas localmente como «aguadas».

En los últimos años en la región de Calakmul se ha registrado una variación en los patrones de precipitación, los cuales son cada vez más notables en los bosques, reflejándose en la falta de agua durante la temporada seca, lo anterior ha ocasionado que las «aguadas» no capten el agua suficiente para mantener durante la temporada de sequía, esta situación es preocupante ya que, en esta región, se ha documentado que los animales eligen su hábitat con base en la disponibilidad de agua.

Crisis de los tapires

El tapir centroamericano o danto, como se le conoce localmente, es considerado un «jardinero de la selva» porque consume una gran cantidad de semillas las cuales dispersa a través de sus excretas, fomentando la germinación de plantas y la repoblación de los bosques. Es una especie que requiere naturalmente una gran cantidad de agua para consumo, y aún más durante la temporada de sequía, cuando se alcanzan las temperaturas más altas. Este mamífero herbívoro consume una alta cantidad de fibra la que debe ser procesada en su interior con mucha agua, sin embargo, este proceso de digestión en muchos casos está regulado por un comportamiento particular, «el bañarse». A los tapires les gusta pasar buena parte del día remojado en las «aguadas», comportamiento que se ve alterado al faltar el agua en estos humedales.

En 2019, justo al inicio de la temporada de sequías, ocurrió en Calakmul una serie de eventos inesperados que llamaron la atención de todos, de norte a sur diversos casos de tapir fueron reportados por pobladores locales, turistas y fuerzas del orden, que mencionaban a tapires muy cerca de las principales vías de comunicación de la región, adentrándose a sus parcelas, incluso tomando agua en sus galeras donde mantienen a los borregos, y en



Figura 1. Gran Región de Calakmul (GRC).

«Los ambientes húmedos se harán más húmedos y los ambientes secos se harán más secos».

algunos casos los reportes se referían a animales muertos cerca de los pueblos.

Ante los diversos reportes de casos de tapires deshidratados en la región, el equipo de la RBC realizó esfuerzos extraordinarios para informar a la población para que reportaran y que en caso de aparecer un animal en mal estado de salud, este fuera atendido adecuadamente en el momento preciso. Al final de la temporada de sequía, se atendieron doce tapires en estado de deshidratación en la GRC, sin embargo, es probable que un buen número de casos no hayan sido reportados.

Lo vivido en Calakmul, en 2019, es un reflejo de los cambios ambientales que se están dando debido al cambio



Foto: Dr. Fernando M. Contreras-Moreno

El equipo de la RBC abastece constantemente de agua a la fauna silvestre en toda la región de Calakmul.



Tapir observado a un costado de la carretera federal 186 (Escarcega-Chetumal), donde bebía agua de una fuga en la tubería de agua potable.

climático global, donde todos los investigadores han sugerido que, «los ambientes húmedos se harán más húmedos y los ambientes secos se harán más secos», pues se ha registrado que, con el aumento de las temperaturas mundiales, al aumentar el vapor de agua en la atmósfera, resulta en una mayor precipitación sobre las regiones húmedas (ascendentes) y una reducción de la precipitación sobre las regiones secas (descendentes), lo que coincide con las simulaciones de modelos computarizados.

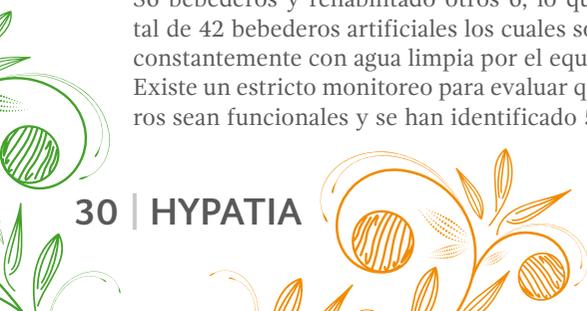
¿Qué se hace para contrarrestar los efectos de la sequía?

Como parte del proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) Especie en Riesgo, una de las principales estrategias para mitigar los efectos de la sequía en la fauna silvestre de la GRC que ha tomado la RBC es la instalación de bebederos artificiales, que permiten a la fauna silvestre abastecerse de agua, sobre todo en esta parte del año en la que el agua es un recurso limitado; actualmente, la RBC ha instalado 36 bebederos y rehabilitado otros 6, lo que hace un total de 42 bebederos artificiales los cuales son abastecidos constantemente con agua limpia por el equipo de la RBC. Existe un estricto monitoreo para evaluar que los bebederos sean funcionales y se han identificado 51 especies de

aves y mamíferos que usan constantemente estas fuentes de agua durante la temporada seca.

Lo que es más sorprendente es que los tapires y jaguares (especies de interés en el proyecto) usan de forma constante estos bebederos e incluso se han observado hembras con crías; además, una de las iniciativas de la RBC para lograr la conservación de las «aguadas» en la región, busca incluir a las «aguadas» como humedales de importancia internacional (sitios Ramsar), por lo que se han realizado talleres con actores locales, instituciones federales, organizaciones no gubernamentales y expertos en humedales de México.

Los resultados hasta ahora han sido satisfactorios, primero, se formuló un concepto de «aguada», el cual no existía en la terminología de humedales, ya que bajo consenso se definió a una «aguada» como «cuerpo de agua temporal o permanente de origen natural o cultural prehispánico, que se forma con agua de lluvia, con características biofísicas que permiten impermeabilidad de suelos en la región Maya»; y segundo, se sentaron las bases para la integración del «Primer comité para la conservación de aguadas en México», que ahora buscará la certificación e impulsará la iniciativa de lograr que las «aguadas» se consideren como Humedales Ramsar. **H**



El mito del héroe

Mtro. Héctor Manuel Lujambio Valle
 hector.lujambiov@gmail.com

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
 Universidad Nacional Autónoma de México

En la antigüedad, la mayor parte de las narrativas se expresaban de manera oral a través del canto y la música, mientras que la pintura, la escultura y la arquitectura servían como soportes paralelos para contar sus relatos. En el mundo contemporáneo contamos con una gran variedad de medios analógicos que incluyen el cine, la televisión y la radio, lo mismo que digitales como el *streaming*, el *podcast* y las redes sociales; sin embargo, esa necesidad de narrar sigue presente a pesar del tiempo. El ser humano siempre ha relatado historias, es algo inherente a su naturaleza y entre las más importantes están los mitos.

Pero, ¿qué es un mito? Muchas veces entendemos esta palabra como algo falso o inventado que tiene poco o nada que ver con la realidad. Aún persiste la noción de que son relatos que fueron creados para explicar lo que los seres humanos no pudieron explicar de forma racional en tiempos pasados.

Sin embargo, estas concepciones racionalistas fallan en comprender lo que los mitos son y representan.

El término proviene del griego *mythos* que significa “palabra”, “narración”, “historia” y se refiere a relatos con contenidos simbólicos que expresan las grandes verdades de



Foto: Craig Adderley.



Foto: Gage Skidmore.

Lo mismo ocurre con personajes de la vida real que mitificamos y convertimos en símbolos.

los seres humanos. La mitología es una pieza fundamental en la cultura, en la que se basan las instituciones humanas.

En el caso de la comunicación como disciplina de las ciencias sociales, vamos a definir al mito como una construcción comunicativa compleja de carácter narrativo y simbólico, que por medio de sus elementos es capaz de transmitir conocimiento en distintos grados de comprensión. Éste se ha ido transformando a través del tiempo y el espacio, a pesar de que sus fundamentos permanecen inalterados y podemos observarlos en todas las culturas, incluyendo las contemporáneas. Y entre los mitos más relevantes está el de la aventura del héroe.

La figura del héroe es sumamente importante para los seres humanos, tanto así que la producción y reproducción de relatos con esta temática siguen vigentes hasta nuestros días. Y esto sucede porque las figuras heroicas nos hablan de la condición humana, nos inspiran y mueven centros profundos de nuestra mente inconsciente. Por esa razón, es que personajes como Superman, Spiderman y la Mujer Maravilla son relevantes y sus narrativas siguen reinterpretándose una y otra vez.

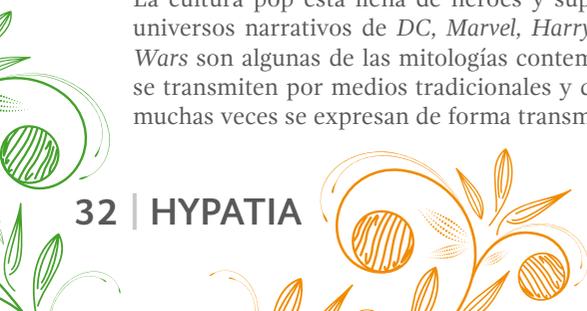
La cultura pop está llena de héroes y superhéroes. Los universos narrativos de *DC*, *Marvel*, *Harry Potter* y *Star Wars* son algunas de las mitologías contemporáneas que se transmiten por medios tradicionales y digitales. Estos muchas veces se expresan de forma transmedia, saltando

de un canal a otro, de manera que un relato complementa al otro y el cosmos se expande y se vuelve más profundo.

Lo mismo ocurre con personajes de la vida real que mitificamos y convertimos en símbolos, en figuras a seguir, como Lady Gaga, Guillermo del Toro o Freddie Mercury, que poco a poco pierden su historicidad y se transforman en héroes a los cuales emular.

El héroe nace originalmente como un enlace entre los dioses (lo inalcanzable) y los seres humanos, como un protector que intercede y auxilia. Si bien, en la antigüedad la figura heroica no necesariamente tiene que ver con virtud sino con proezas extraordinarias, lo que resulta cierto es que el camino del héroe en todas sus manifestaciones tiene elementos comunes. Entre ellos está el hecho de que lo heroico no es una cualidad con la que se nace sino una condición que se alcanza. No basta con tener poderes sobrehumanos o ser hijo de un dios para ser un héroe, sino que es básico que existan pruebas a superar, una muerte (que puede ser simbólica) y un renacimiento, un descenso al inframundo, la derrota del mal y el regreso al mundo.

Las pruebas por las que pasa el héroe son variadas: desde lograr hazañas de destreza o fortaleza, hasta vencer adversarios o monstruos. Harry Potter ingresa al mundo mágico y se enfrenta a los retos que supone la escuela de magia, incluidos los profesores y los abusadores; Peter Parker empieza a descubrir sus poderes arácnidos y a



Al final, el héroe vuelve al mundo, pero ya no es el mismo de antes, pues se ha transformado en un ser superior.

luchar contra ladrones y asaltantes. Pero esto es solo el principio de su travesía.

El héroe tiene que enfrentarse a la muerte, ésta puede ser literal o simbólica; en algunos casos, puede ser una experiencia traumática o una derrota. Luke Skywalker pierde su mano en un duelo ante Darth Vader; Simba ve morir a su padre Mufasa en una estampida. Esta etapa marca al personaje y será parte importante en su transformación.

Gracias a las tinieblas es que se descubre la luz, y entonces renace el héroe. Éste aún tiene que enfrentarse a lo que más teme, esto sucede en lo que se denomina «inframundo» y generalmente se representa como un descenso a un sitio tenebroso. En *Titanic*, Rose debe bajar al sótano del barco, que ha empezado a hundirse, para salvar a Jack; Frodo y Sam tienen que internarse en las sombrías tierras de Mordor para destruir al «anillo único».

Es en el inframundo que el héroe encuentra dentro de sí su verdadero poder, el tesoro que ha estado buscando, la llave para destruir al mal. Se enfrenta a una versión retorcida de sí mismo (el villano) y logra derrotarle. Así, Batman vence al Joker y salva Ciudad Gótica; Neo derrota al Agente Smith en la Matrix y salva Sión. Al final, el héroe vuelve al mundo, pero ya no es el mismo de antes, pues se ha transformado en un ser superior.

En el contexto actual, en el que la humanidad se enfrenta a la pandemia de COVID-19, resulta relevante la figura heroica. La situación no sólo afecta el bienestar físico de las personas, sino también el psíquico, y es en los momentos difíciles cuando los héroes marcan la diferencia e inspiran a aquellos que los siguen. El heroísmo, con las cualidades que se le atribuyen tradicionalmente, puede materializarse en una persona, como es el caso de todos los que laboran por el bienestar común en estos momentos de crisis, especialmente, el personal médico que se enfrenta cara a cara con un enemigo implacable.

El mito del héroe es una de las numerosas narrativas necesarias para los seres humanos, de ahí su constante repetición en la cultura pop, en nuestros relatos cotidianos y en nuestras vidas en general. Nos conectan con la realidad por medio de lo fantástico, mostrándonos que el mundo es un lugar adverso, pero que las dificultades son las que forjan el carácter heroico. No se trata de que los dragones sean reales sino de expresar que pueden ser vencidos. **H**



Foto: Gustavo Fring en Pexels.



Fuente: <https://www.iagua.es/noticias/espana/creaf/15/02/27/como-influye-actividad-humana-crecimiento-algas-lagos>.

Figura 1. Cuerpo de agua con floración algal. Las microalgas constituyen un riesgo por su capacidad para producir toxinas, así como alterar el sabor y olor del agua potable.

Biól. Georgina Ruiz Pérez
unamgeoginaruiz@gmail.com
Dra. Alejandra Martín Domínguez
alejandra.martindominguez@gmail.com
Biól. Giovanna Rubí Valdez Hernández
giobiology@gmail.com

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

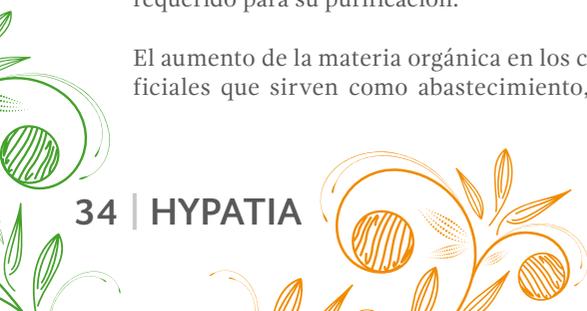
Las microalgas y el agua potable

Las fuentes de suministro de agua para uso y consumo humano son de dos tipos: superficial como los ríos, presas y lagos; y subterránea, la cual se extrae mediante pozos. En el caso del agua superficial, principalmente, la creciente contaminación que generamos está incidiendo directamente en el nivel de riesgo a nuestra salud y por lo tanto en la complejidad del tratamiento requerido para su purificación.

El aumento de la materia orgánica en los cuerpos superficiales que sirven como abastecimiento, promueve el

crecimiento de microorganismos potencialmente dañinos como las microalgas, que además causan problemas de color, sabor y olor al agua que se suministra a la población, provocando su rechazo.

Pero, ¿qué son las microalgas? El término microalga se refiere a aquellos microorganismos que contienen clorofila y otros pigmentos que reaccionan con la luz solar. Son microorganismos de una sola célula, que tienen la capacidad de generar biomasa orgánica a partir de CO₂ y luz. Tradicionalmente se han considerado dentro de este grupo a las cianobacterias o algas verde-azules.



¿Alguna vez has visto cuerpos de agua de color verde? Normalmente esta coloración se encuentra asociada a la presencia de microalgas, son tan pequeñas que no podemos verlas a simple vista, por lo que requerimos de un microscopio para identificarlas.

Cuando se reproducen de manera excesiva hablamos de floraciones algales, ya que se observa un incremento significativo en horas a días. Estos eventos ocurren naturalmente en los cuerpos de agua una o dos veces por año (verano y otoño); sin embargo, se ha observado un incremento mundial en su frecuencia y duración, asociado con el exceso de nutrientes (contaminantes) en los cuerpos de agua, fenómeno conocido como eutrofización.

Las floraciones pueden ser desarrolladas por diversas especies de microalgas, pero las denominadas «cianobacterias» son el grupo más conocido y problemático en los cuerpos de agua dulce; poseen características de algas y de bacterias.

Las cianobacterias se destacan por su amplia distribución y por los efectos sobre otros organismos debido a que generan toxinas (veneno que produce una bacteria, una planta o un animal), denominadas genéricamente como cianotoxinas. Estas toxinas pueden llegar a dañar al hígado y al sistema nervioso cuando se consume agua que las contiene, además de que alteran el sabor y el olor del agua.

El proceso de potabilización del agua y las microalgas

Los sistemas de purificación de agua se denominan potabilizadoras. El proceso de potabilización convencional comprende varios procesos que incluyen la adición de reactivos químicos que aglomeran a los contaminantes, para posteriormente decantarlos y filtrarlos para separarlos del agua limpia. El último paso es agregarle un desinfectante como el cloro para eliminar las bacterias y los virus. El agua es apta para consumirse (potable) cuando no contenga ningún elemento químico o biológico, visible o no visible, que afecte la salud.

Las microalgas generalmente no son un problema para los procesos de potabilización del agua cuando se presentan en bajas concentraciones, sin embargo, cuando hay crecimientos drásticos estacionales afectan la eficacia de los sistemas, causando obstrucción en los filtros y aumento en la demanda de los reactivos químicos. Esto provoca a su vez una mayor producción de desechos (lodos) y la generación de subproductos nocivos a la salud.

Ningún proceso de purificación convencional logra la eliminación completa de las microalgas y las sustancias tóxicas que desprenden, a pesar de los distintos métodos que se han utilizado para su eliminación. Debido a que el



Floración algal.
Foto: Liwesta en Flickr.





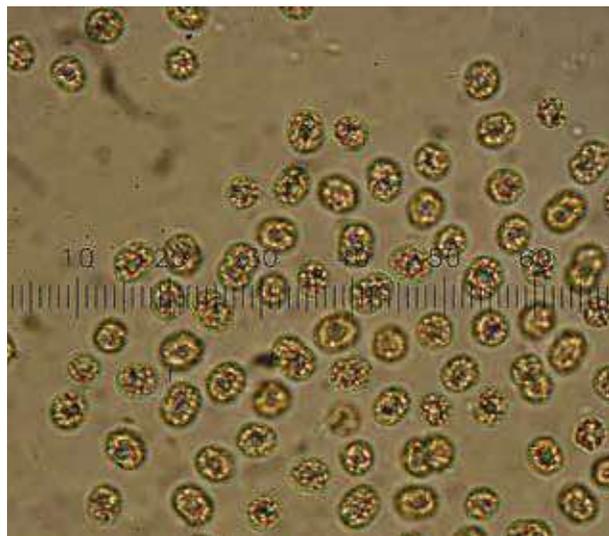
Figura 2. Especies de cianobacterias que causan problemas en el agua potable: a) *Microcystis* sp, b) y e) *Anabaena* sp, c) *Nodularia* sp d) *Aphanizomenon* sp, f) *Microcystis* sp.

tamaño, forma y peso de las microalgas son extremadamente variados, hacen que el asentamiento y flotabilidad sean diferentes a la de las partículas inorgánicas, lo que hace más difícil removerlas.

Existen tratamientos «no convencionales» para eliminar las microalgas del agua para consumo humano; unos utilizan burbujas de aire para obligarlas a flotar, otros consisten en membranas con poros muy pequeños para retenerlas, hay los que usan oxidantes muy potentes para romperlas, o los que mediante la electricidad generan reactivos que las atrapan para posteriormente decantarlas u obligarlas a flotar.

Estos dos últimos, denominados «electrocoagulación y electroflotación», son métodos de potabilización altamente efectivos para eliminar diversos tipos de contaminantes presentes en el agua.

La electrocoagulación es una nueva técnica de limpiar el agua, que involucra la adición de electricidad, a unas placas de aluminio o hierro, para formar compuestos químicos, estos compuestos químicos (de la misma forma que si se adicionaran productos), permiten que los contaminantes incluyendo las microalgas, se junten, se precipiten y se remuevan del agua ya tratada. En la electroflotación es el mismo procedimiento, solo que se forman burbujas lo que permite que los contaminantes y las algas floten, después esa «espuma» que se produce se remueve de forma mecánica, dejando el agua limpia. Comparando los procesos



Microcystis sp.

convencionales, estas nuevas tecnologías son más eficientes para la remoción de contaminantes.

En el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ubicado en el estado de Morelos, México, actualmente se realizan pruebas de tratabilidad para probar estas tecnologías para remoción de microalgas y los resultados muestran que se puede obtener agua potable mediante este tipo de procesos, eliminando de manera eficiente los contaminantes presentes en fuentes superficiales. **H**

Biogeoquímica

Una herramienta para comprender el estado de los ecosistemas

Dr. Jorge Antonio Valdivia Anistro
javaldanst@hotmail.com
Diana Hansel García Gutiérrez
biohans@hotmail.com

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Elizabeth Castillo Villanueva
castillo_elizabeth@hotmail.com

Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

La biogeoquímica es una disciplina que explica la estructura y la función de los ecosistemas a través de interacciones que se representan en forma de ciclos. Los ciclos biogeoquímicos describen la transformación de los elementos químicos esenciales para la vida (macroelementos: carbono, nitrógeno, fósforo y azufre) y de elementos con funciones complementarias que se requieren en menor proporción (microelementos, por ejemplo, hierro).

La transformación de estos macro y microelementos permiten el almacenamiento y la liberación de energía en la fracción biótica y abiótica de los ecosistemas. Ambas fracciones forman parte de los componentes que definen el medio ambiente: atmósfera, biosfera, geosfera e hidrosfera.

Los ciclos biogeoquímicos y su relación con los componentes del medio ambiente

Un ciclo biogeoquímico describe, cualitativa y cuantitativamente, la transformación y el movimiento de sustancias químicas desde una perspectiva global. Los reservorios de los elementos biogeoquímicos están en los componentes del medio ambiente, los cuales, están en comunicación continua. La transformación de estos elementos se realiza por procesos de óxido-reducción. A continuación se describen los principales:

- **Carbono:** es la unidad fundamental de la materia orgánica y es un componente geológico mayor, su ciclo describe el cambio de especies oxidadas, por ejemplo, dióxido de carbono, a especies orgánicas reducidas: biogénicas.
- **Nitrógeno:** es un componente macromolecular: ácidos nucleicos y proteínas, que tiene un importante papel metabólico y puede ser el nutriente limitante en diversos ecosistemas. El ciclo del nitrógeno inicia en la atmósfera, donde está en estado gaseoso, se reduce (amonio) y se oxida gradualmente a formas biológicas aprovechables, por ejemplo, nitratos.

- Uso de energía no renovable.
- Modificación de la superficie terrestre (~50%).
- Simplificación (domesticación) de los ecosistemas (Antromas o ambientes urbanos)
- Disminución del ~60% de los servicios ecosistémicos.
- Acumulación de toneladas de desechos mineros (relaves).
- Formación de nuevos minerales.
- Incremento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases invernadero.
- Acumulación de desechos no biodegradables como plásticos.
- Disminución del pH en los océanos.
- Uso de sustancias químicas artificiales como pesticidas.

Revolución Industrial ~1850

2,588 Ma

0.0117 Ma

Pleistoceno

Holoceno

Antropoceno

Período Cuaternario

Imagen: Dr. Jorge A. Valdivia Anistro.

Se ha estimado que el 40% de la superficie terrestre ha sido modificada para los asentamientos humanos y la producción agrícola.

- **Fósforo:** es un componente estructural: membrana celular y ácidos nucleicos, y tiene un papel metabólico esencial (ATP). El ciclo del fósforo se denomina como endógeno, porque no presenta formas químicas en estado gaseoso y su movilidad ocurre a través del intemperismo y la erosión.
- **Azufre:** es un componente celular menor. El océano es su principal reservorio de azufre, siendo el sulfato la forma química más estable.
- **Hierro:** se encuentra en diferentes estados de oxidación, puede estar en fases solubles o insolubles dependiendo del pH y de la disponibilidad de oxígeno. El ciclo del hierro tiene un impacto importante en la productividad primaria global, ya que se moviliza de los desiertos a los océanos a través de la atmósfera en forma de aerosoles.

Los componentes del medio ambiente influyen en el funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos. Por ejemplo, la atmósfera es una capa gaseosa que regula la incidencia de la radiación solar y aísla a la Tierra de las condiciones adversas del espacio exterior.

Sin embargo, la biosfera afecta el equilibrio de ciclos biogeoquímicos por la ineficiencia de sus procesos metabólicos. Por ejemplo, la actividad de los organismos fotosintetizadores explica las concentraciones relativamente altas de oxígeno en la atmósfera, sin embargo, las plantas también liberan diversos compuestos volátiles de efecto invernadero, cuyas emisiones deben ser reguladas para evitar su acumulación. Además de la biosfera, se ha sugerido la existencia de un quinto componente que afecta el equilibrio de los procesos químicos globales.

La antroposfera es el componente que se relaciona con el estrés ambiental generado por el ser humano. A partir de la revolución industrial, el impacto antropogénico sobre el ambiente es igual de importante que los procesos naturales. Se ha estimado que el 40% de la superficie terrestre ha sido modificada para los asentamientos humanos y la producción agrícola. La pérdida de la diversidad biológica y la simplificación de los ecosistemas son consideradas la huella ecológica distintiva de la humanidad y la razón de su éxito evolutivo.

Debido a la gran cantidad de impactos negativos generados por el ser humano se ha sugerido que nos encontramos en una nueva época en la historia de la Tierra.



Foto: Tim Mossholder.

Antropoceno: ¿estamos viviendo un nuevo tiempo geológico?

El Antropoceno es un concepto diseñado para resaltar la influencia del ser humano en la ecología y la geología del planeta. Es un concepto utilizado por ecólogos y ambientalistas que no es reconocido como una nueva época geológica.

A pesar de lo anterior, existen evidencias geoquímicas que demuestran que parámetros ambientales están fuera de los límites que definen al Holoceno. Por ejemplo, la modificación de la superficie terrestre (minería), la formación de nuevos minerales, la acumulación de nutrientes y de sustancias artificiales (pesticidas y plásticos), la formación de depósitos de radioisótopos (pruebas nucleares), el incremento de dióxido de carbono en la atmósfera y en el océano, la alteración de los procesos de formación y la composición química de sedimentos. Además de evidencias biológicas, como el aumento de la tasa de extinción de especies y de la diversidad y resistencia de organismos invasores y patógenos.

Por lo tanto, la aplicación de la biogeoquímica ha permitido describir el estado actual de los ecosistemas. A pesar de que ya no existe un sitio que no pueda ser habitado por el ser humano, se están diseñando estrategias para conservar los ecosistemas y revertir el impacto que se ha generado. Para lo cual, se están estudiando la capacidad de respuesta y tolerancia de los ecosistemas a las perturbaciones (resiliencia), y el potencial metabólico de los microorganismos para la transformación de contaminantes. **H**

Museo de Ciencias de Morelos



f MUSEOCIENCIASMOR

HORARIOS

- Martes a viernes de 9 a 17 horas
- Sábados, domingos y días festivos de 10 a 17 horas

INFORMES

777 3123979, extensión 8

PARQUE SAN MIGUEL ACAPANTZINGO

Calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, Cuernavaca, Morelos, CP 62440.

Casa de la
Tierra



Hypatia en el catálogo de

latindex

latindex.org

